5.ULUSLARARASI

Gaziantep

Bilimsel Araştırmalar Kongresi

27-28 ARALIK 2025
GAZİANTEP



EDİTÖRLER:
PROF. DR. EKREM YAŞAR AKÇAY
DOÇ. DR. ASUMAN SAVAŞCIHABEŞ
DOÇ. DR. EMRE CENGİZ
DR. MİNE KIRKYOL
DR. SATLA ZOUAOUI

www.isarconference.org

KONGRE KİTABI 1.CİLT

İKSAD Publishing House

INDEX

CONGRES ID		II-X
PROGRAM		VXI-CXXXIII
GALLERY		CXXXIV-CLXXXVII
ACADEMIC INCENTIVE		CLXXXVIII
NOTIFICATIONS		XCVIII

CONGRESS ID

CONGRESS TITLE

5. INTERNATIONAL GAZİANTEP SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS

DATE AND PLACE

27-28 DECEMBER 2025, GAZİANTEP ONLINE PRESENTATIONS

ORGANIZATION

ISARC INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

GENERAL COORDINATOR

Uzm. Yasemin AĞAOĞLU

EDITOR

Prof. Dr. Ekrem Yaşar AKÇAY
Doç. Dr. Asuman SAVAŞCIHABEŞ
Doç. Dr. Emre CENGİZ
Dr. Mine KIRKYOL
Dr. Satla ZOUAOUI

ORGANIZING COMMITTEE

Prof. Dr. Cenk YAVUZ
Prof. Dr. Mahire HÜSEYNOVA
Prof. Dr. İbrahim BAYRAMOV
Prof. Dr. Hilmi YÜCEL
Prof. Dr. Mehmet DEMİR
Prof. Dr. Mukadder MOLLAOĞLU
Prof. Dr. Neslihan ŞAHİN
Prof. Dr. Sancar BULUT
Prof. Dr. Serpil ÜNVER SARAYDIN
Prof. Dr. Tolga ULUSOY
Prof. Dr. Yadigar GÜLSEVEN SIDIR
Assoc. Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE
Assoc. Prof. Dr. Başak Gül AKAR
Assoc. Prof. Dr. Caner YERLİ
Assoc. Prof. Dr. Çiğdem BOGENÇ
Assoc. Prof. Dr. Elif Feyza TOPDAŞ
Assoc. Prof. Dr. Erhan ERDEL
Assoc. Prof. Dr. Filiz RANDA ZELYÜT
Assoc. Prof. Dr. Gamze Ebru ÇİFTÇİ
Assoc. Prof. Dr. Gönül HASANOVA
Assoc. Prof. Dr. Hüseyin Murat IŞIK
Assoc. Prof. Dr. Kübra KARAMAN
Assoc. Prof. Dr. Orhan TURAN
Assoc. Prof. Dr. Malik YILMAZ
Assoc. Prof. Dr. Melih OKCU
Assoc. Prof. Dr. Nursen IŞIK
Assoc. Prof. Dr. Özlem ÜLGER DANACI
Assoc. Prof. Dr. Sahure YARİŞ
Assoc. Prof. Dr. Seda BENGİ
Assoc. Prof. Dr. Sema SAĞLIK
Assoc. Prof. Dr. Şükrü KALAYCI
Assoc. Prof. Dr. Zamıg TEHMEZOV
Assoc. Prof. Dr. Zeynep Deniz ŞAHİN İNAN
Assoc. Prof. Dr. Zühal OKCU

Dr. Abdullah ATILGAN
Dr. Canan TERCAN
Dr. Elvan CAFEROV
Dr. Fatma AZİZOĞLU
Dr. Gönül GÖKÇAY
Dr. Hakkı ŞİMŞEK
Dr. Hayri YILDIRIM
Dr. Laleş USLU AZARAK
Dr. Rana BAYTİN ALACI
Dr. Sevil ÖZCAN
Dr. Sümeyye GÖKÇENOĞLU
Dr. Şengül ŞENTÜRK

'Compliance With Publication Ethics İs The Sole Responsibility Of The Authors; Accordingly, They Bear Both Ethical And Legal Accountability'

ISBN: '978-625-378-555-0'

SCIENCE AND ADVISORY COMMITTEE

Prof. Dr. Ali OKATAN
İstanbul Aydın University

Prof. Dr. Anwar Ali Shah G. SYED
University Of Sindh Jamshoro

Prof. Dr. Ivan PAVLOVİC
Scientific Institute of Veterinary Medicine of Serbia

Prof. Dr. Hilmi YÜCEL
Erzincan Binali Yıldırım University

Prof. Dr. Morakeng Edward
Kenneth LEBAKA University Of Zululand

Prof. Dr. Mukadder MOLLAOĞLU
Cumhuriyet University

Prof. Dr. Jaın SADHNA
Unıversıty Of Delhı

Prof. Dr. Hilmi YÜCEL
Erzincan Binali Yıldırım University

Prof. Dr. Manole COJOCARU
Titu Maiorescu University

Prof. Dr. Mustafa Fedai ÇAVUŞ
Osmaniye Korkut Ata University

Prof. Dr. Mustafa Onur ALADAĞ
Selçuk University

Prof. Dr. Nurdan KALAYCI
Gazi University

Prof. Dr. Mustafa METE
Gaziantep University

Prof. Dr. Neslihan ŞAHİN
Sivas Cumhuriyet University

Doç. Dr. Nuran KILAVUZ
Atatürk University

Prof. Dr. Orhan ZEYBEK
Balıkesir University

Prof. Dr. Sancar BULUT
Kayseri University

Prof. Dr. Selahattin YAVUZ
Erzincan Binali Yıldırım University

Prof. Dr. Seyfi ŞEVİK
Hitit University

Prof. Dr. Sevi ÖZ
Ankara Hacı Bayram Veli University

Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI
Atatürk University

Prof.Dr. Yadigar GÜLSEVEN SIDIR
Bitlis Eren University

Prof. Dr. Zharkynbıke SULEIMENOVA
Kazakh Natıonal Women's Pedagogıcal Unıversıty

Assoc. Prof. Dr. Abdulkerim DİLER
Atatürk University

Assoc. Prof. Dr. Armel MBON
Marien Ngouabi University

Assoc. Prof. Dr. Azimbaeva GULBAYRA
Kazakh National Women's Pedagogical University

Assoc. Prof. Dr. Betül GÜZELDİR
Atatürk University

Assoc. Prof. Dr. Çiğdem BOGENÇ
Karabük Üniversitesi

Assoc. Prof. Dr.Elif Feyza TOPDAŞ
Atatürk University

Assoc. Prof. Dr. Hasan TELLİ
Mersin University

Assoc. Prof. Dr. Oqtay QULİYEV
Azerbaycan Devlet İktisat University

Assoc. Prof. Dr. Orhan TURAN
Batman University

Assoc. Prof. Dr. Ömer Faruk RENÇBER
Gaziantep University

Assoc. Prof. Dr. Sahure YARİŞ
Dicle University

Assoc. Prof. Dr. Salman Bashir MEMON
Shah Abdul Latif University

Assoc. Prof. Dr. Sema SAĞLIK
Yalova University

Assoc. Prof. Dr. Sevcan YILDIZ
Akdeniz University

Assoc. Prof. Dr. Syed Ali
Raza NAQVI Government College University Faisalabad

Assoc. Prof. Dr. Tamer TURGUT
Atatürk University

Assoc. Prof. Dr. Victoria POSTOLACHE
Alecu Russo Balti State University

Assoc. Prof. Dr. Yılmaz SEÇİM
Necmettin Erbakan University

Assoc. Prof. Dr. Zamıg TEHMEZOV
Azerbaycan Devlet Pedagoji University

Dr. Ajay B. GADİCHA
Sant Gadge Baba Amravati University

Dr. Amira TANDİROVİC GURSEL
Adana Alparslan Türkeş University of Science and Technology

Dr. Aqil MEMMEDOV
Azerbaycan Devlet İktisat University

Dr. Babak SAFAEI
Tsinghua University

Dr. Elşen MEMMEDLİ
Azerbaycan Devlet İktisat University

Dr. Faisal SULTAN
Hazara University

Dr. Ghanshyam BARMAN
Uka Tarsadia University

Dr. Gülnar MİRZEYEVA
Azerbaycan Devlet İktisat University

Dr. Gülşen MEHERREMOVA
Azerbaycan Diller University

Dr. Hassan ZARIOUH
Mohammed First University

Dr. Iram Liaqat AWAN
Government College University

Dr. Irina-Ana DROBOT
Technical University of Civil Engineering Bucharest, Romania

Dr. İslam DEVİREN
MEB

Dr. Joanna HERNİK
West Pomeranian University of Technology

Dr. Nurhoca AKBULAYEV
Azerbaycan Devlet İktisat University

Dr. Rida ZULFİQAR
University of Szeged

Dr. Sevil ÖZCAN
Aydın Adnan Menderes University

Dr. Şebnem NOYAT
Sakarya Applied Science University

Dr. Şengül ŞENTÜRK
Aydın Adnan Menderes University

Dr. Taha Yasin ÖLMEZTOPRAK
Adıyaman University

Dr. Taner AKARSU
Trakya Universty

Dr. Tatia DOLİDZE
European University

Dr. Yaşar SUBAŞI
Van Yüzüncü Yıl University

Scıentific Development and Innovative Approach

5. INTERNATIONAL GAZİANTEP SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS
27-28 DECEMBER 2025
GAZİANTEP

Congress Program

Participant Countries:

ALBANIA/ALGERIA/AZERBAIJAN/BANGLADESH/BULGARIA/CHINA/EGYPT/FRANCE/GEORGIA/INDIA/ITALY/IRAN/JAPAN/KAZAKISTAN/KIRGIZİSTAN/KOREA/KOSOVO/TUNISIA/MACEDONIA/MALAYSIA/MOROCCO/NIGERIA/SAUDIARABIA/SERBIA/SYRIA/ROMA/ROMANIA/PAKİSTAN/TURKMENISTAN/USA/UZBAKISTAN/VİETNAM

IMPORTANT, PLEASE READ CAREFULLY

To be able to make a meeting online, login via **https://zoom.us/join** site, enter ID instead of "Meeting ID or Personal Link Name" and solidify the session. The presentation will have **15 minutes** (including questions and answers). The Zoom application is free and no need to create an account. The Zoom application can be used without registration. The application works on tablets, phones and PCs. Speakers must be connected to the session **10 minutes before** the presentation time. All congress participants can connect live and listen to all sessions. During the session, your camera should be turned on at least %70 of session period. Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session.

TECHNICAL INFORMATION

Make sure your computer has a microphone and is working. You should be able to use screen sharing feature in Zoom. Attendance certificates will be sent to you as pdf at the end of the congress. Moderator is responsible for the presentation and scientific discussion (question-answer) section of the session. **Before you login to Zoom please indicate your name surname and hall number, exp. Hall-1, Fatih KARİPOĞLU**

ÖNEMLİ, DİKKATLE OKUYUNUZ LÜTFEN

Kongremizde Yazım Kurallarına uygun gönderilmiş ve bilim kurulundan geçen bildiriler için online (video konferans sistemi üzerinden) sunum imkanı sağlanmıştır. Sunumlar için **15 dakika** (soru ve cevaplar dahil) süre ayrılmıştır. Online sunum yapabilmek için **https://zoom.us/join** sitesi üzerinden giriş yaparak "Meeting ID or Personal Link Name" yerine ID numarasını girerek oturuma katılabilirsiniz. Zoom uygulaması ücretsizdir ve hesap oluşturmaya gerek yoktur. Zoom uygulaması kaydolmadan kullanılabilir. Uygulama tablet, telefon ve PC'lerde çalışıyor. Her oturumdaki sunucular, sunum saatinden **10 dk öncesinde** oturuma bağlanmış olmaları gerekmektedir. Tüm kongre katılımcıları canlı bağlanarak tüm oturumları dinleyebilir. Moderatör – oturumdaki sunum ve bilimsel tartışma (soru-cevap) kısmından sorumludur.

TEKNİK BİLGİLER

Bilgisayarınızda mikrofon olduğuna ve çalıştığına emin olun. Zoom'da ekran paylaşma özelliğine kullanabilmelisiniz. Katılım belgeleri kongre sonunda tarafınıza pdf olarak gönderilecektir. Kongre programında yer ve saat değişikliği gibi talepler dikkate alınmayacaktır. **Zoom'a giriş yaparken önce lütfen adınızı, soyadınızı ve SALON numaranızı yazınız, Örnek: Hall-1, Fatih KARİPOĞLU**

Toplantı Kimliği: 844 4053 5966
Parola: 450687

LİNK;
https://us02web.zoom.us/j/84440535966?pwd=ZgO6KRwU3mKb8tRbMXkGTXnp0xYbke.1

27.12.2025 / Hall-1, Session-1			
	ANKARA LOCAL TIME		**MEETING ID:** 844 4053 5966
	11 ^{00} : 13 ^{00}		**PASSCODE:** 450687

HEAD OF SESSION: ***Assist. Prof. Dr. Semih Mahmut AKTARER***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
A Data-Driven Approach To Anomaly Detection In Smart Meters Using Machine Learning Methods: A Comparative Analysis	Assist. Prof. Dr. Önder CİVELEK	Karadeniz Technical University
Machine Learning-Based Multi-Fault Classification For Electrical Power Systems	Assist. Prof. Dr. Önder CİVELEK Dr. Metin TÜYSÜZ	Karadeniz Technical University
Investigation Of The Stretch Formability Behavior Of High-Strength Low-Alloy Steel Jomed By Frıctıon Stir Welding	Assist. Prof. Dr. Semih Mahmut AKTARER	Recep Tayyip Erdogan University
One Dimensional Analysis Of Thermal And Hydraulic Performance Of A 50-Cell Battery Module Under Different Flow Regimes	Assist. Prof. Dr. Emre BULUT	Bursa Uludağ University
Integration Of CFRP Composite Electric Vehicle Parts Designed And Analyzed In A Cage Structure Suitable For 3d And CFIP Processes	Ali Mert GÜRBÜZ Kemal ERŞAN Dilara ÇİÇEK Hüseyin Kamil BALBABA	Gazi University
Technical Performance Assessment Of Standalone Hybrid Renewable Energy Systems For Green Hydrogen Production	Lect. Batın DEMİRCAN Tuğçe YAREN	Balıkesir University
Modelling Of 1D Micro Gas Turbine For Range Extender Electric Vehicles	Assist. Prof. Dr. Harun GÜÇLÜ	Bursa Uludağ University
Investigation Of The Service Durability Of Environmentally Friendly Shock Absorber Oil In Heavy Commercial Vehicle Groups	Selin EFE KAYABAŞI	Maysan Mando Otomotiv Parçaları San. Tic. A.Ş

27.12.2025 / Hall-2, Session-1			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	11 ^{00} : 13 ^{00}		PASSCODE: 450687
HEAD OF SESSION: *Mahir ŞAHİN*			

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Characterization Of Prep And Gas Atomized Ti6al4v Powders	Mert Can DEMİR Prof. Dr. Egemen AVCU Prof. Dr. Rıdvan YAMANOĞLU	Kocaeli University
Production Of New Generation B-Titanium Alloys By Powder Metallurgy: A Study On The Ti-15mo-3al-2.7nb-0.2si Alloy	Mert Can DEMİR Prof. Dr. Egemen AVCU Prof. Dr. Rıdvan YAMANOĞLU	Kocaeli University
Experimental Investigation Of The Effect Of Turbulent Flow Conditions On The Heat Transfer Performance Of A Plate Heat Exchanger	Mahir ŞAHİN Mustafa KILIÇ	Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University
Hybrid Modeling Of Heat Transfer Effectiveness In A Plate Heat Exchanger Using Ann Predictions And Empirical Correlations	Mahir ŞAHİN Mustafa KILIÇ	Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University
Bibliometric Analysis Of Research Trends In Low Reynolds Number Aerodynamics	Kaan Can AKBABA Mehmet Enes ERSÖZ Mustafa Arif ÖZGÜR Ramazan KÖSE	Kütahya Dumlupınar University
Thermodynamic And Environmental Performance Comparison Of CFC, HCFC, HFC And HFO Refrigerants In A Vapor Compression Refrigeration Cycle	Mehmet Enes ERSÖZ Kaan Can AKBABA Halit ARAT Ramazan KÖSE	Kütahya Dumlupınar University
The Use Of Hydrophobic Coatings In Quick-Connection Components And Their Effects On Coupling Performance	Alev DEMİR Ali KİBAR	Tamsan Bağlantı Elemanları A.Ş./ Kocaeli Üniversitesi

27.12.2025 / Hall-3, Session-2			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	11 ^{30} : 13 ^{30}		PASSCODE: 450687
HEAD OF SESSION: *Assoc. Prof. Dr. Abdurrahman GÜNDAY*			

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Performance Analysis Of Mppt With Ga Optimized Pi Controller For Photovotaic Based Dc/Dc Boost Converter	İlyas YAMAÇ Assist. Prof. Dr. Hasan ÜZMUŞ	Van Yüzüncü Yıl University
Current And Voltage Control Of Pem Fuel Cell-Based Dc-Dc Hybrid Boost Converter	Kübra Nur TOPRAK Assist. Prof. Dr. Hasan ÜZMUŞ	Van Yüzüncü Yıl University
Motor Imaginary Classification of EEG Based On Deep Learning	Fatih DÖNMEZ Çağrı YILMAZ Özgür SAVAŞ Assist. Prof. Dr. Kübra KESER	Kutahya Dumlupınar University
The Effects Of Mixed Gas Utilization On Cutting Performance In Industrial Laser Cutting Process	Eyüp ÇAĞLAR Assoc. Prof. Dr. Abdurrahman GÜNDAY	Bursa Uludag University
Analysis Of Renewable Energy–Supported Energy Storage Systems Based On The Electricity Consumption Profile Of Malatya Province	Sedrettin SÜLE Prof. Dr. Asım KAYGUSUZ	Inonu University
The Commercialization Potential Of Perovskite Technologies In Turkey And Their Integration Into The National Energy Strategy	Barış SUNAR Prof. Dr. Asım KAYGUSUZ	Inonu University
Offshore Wind Turbines (Turbines for the ocean)	Mohammed Ahmed Ali ALI AbdulWahab Ahmed JASIM Assist. Prof. Dr. ERCAN AYKUT	Gelisim Istanbul University
Fuel Flexibility and Operational Challenges in Modern Coal-Fired Power Stations	Assist. Prof. Dr. ERCAN AYKUT Mohammed Wakas Saad	Gelisim Istanbul University

27.12.2025 / Hall-4, Session-2			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	11 [30] : 12 [15]		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: ***Prof. Dr. Aliye ÇİLAN AKIN***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Food Safety In Tourism Enterprises: Tourist Perception, Practical Reality And Sectoral Risks	**Dr. Adnan AKIN Prof. Dr. Aliye ÇİLAN AKIN**	**Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi**
Comparison Of The Functional Properties Of Organic And Conventional Foods-Review	**Nazan ÇAĞLAR Buket ÖZBAL Didem GÜN**	**Gaziantep University/Hasan Kalyoncu University**
Dietary Fiber And Gut Barrier Integrity In Type 2 Diabetes Mellitus: Current Evidence	**Serap BALABAN BARTA**	**Gaziantep Üniversitesi**
Effect Of Plant-Based Additives On The Storage Stability Of Whole Wheat Flour	**Assist. Prof. Dr. Yeşim BEDİR Mehmet Murat KARAOĞLU**	**Atatürk University**

27.12.2025 / Hall-5, Session-2			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	11 30 : 13 45		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: ***Prof. Dr. Hasan Hüseyin YILDIRIM***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Climate Crisis And Public Policies	Assist. Prof. Dr. Cevriye YÜKSEL YILDIRIM Prof. Dr. Hasan Hüseyin YILDIRIM	Balıkesir University
Financial Technologies And The Banking Sector	Prof. Dr. Hasan Hüseyin YILDIRIM Assist. Prof. Dr. Cevriye YÜKSEL YILDIRIM	Balıkesir University
The Effect Of Asymmetric Shocks In Turkey's Housing Market: A Nardl Analysis Based On Gold Price, Exchange Rate, And Deposit Interest Rate	Resc. Assist. Buğra POLAT Resc. Assist. Dr. Hüseyin İÇEN	İstanbul University
Investigating the Unemployment Invariance Hypothesis in Türkiye: Evidence from Nonlinear Cointegration Tests	Assoc. Prof. Dr. Yaşar Serhat YAŞGÜL Prof. Dr. Burak GÜRİŞ Resc. Assist. Buğra POLAT	İstanbul University Marmara University
Gaslighting In Financial Markets: Behavioral Manıpulation, Investor Vulnerability, And Perceived Irrationality	Aysel KAVLAKOĞLU Prof. Dr. Tolga ULUSOY	Kastamonu University
Growth Dynamics in BRICS-T Countries: A Panel ARDL Analysis of the Effects of Trade, Finance, Population, and Corruption	Assoc. Prof. Dr. Nigar ALEV Assoc. Prof. Dr. Mustafa TORUSDAĞ	VAN Yüzüncü Yıl University
Analysis Of The Relationship Between The Quality Of Life Index And Economic Growth: A Panel Data Approach For Brics-T Countries	Assoc. Prof. Dr. Nigar ALEV Assist. Prof. Dr. İbrahim YILDIRIMÇAKAR	VAN Yüzüncü Yıl University
Electronic On-Site Inspection And Widespread-Intensive Tax Auditing Practices In Turkey	Nergis Feride KAPLAN DÖNMEZ	İstanbul Medeniyet University
The Role Of Digital Infrastructure İn Expanding Financial Accessibility And Reducing Inequality	Yrd.Doç.Dr. Dastan ASEINOV	Kyrgyz-Turkish Manas University/KIRGIZİSTAN

27.12.2025 / Hall-6, Session-3			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	12 ^{00} : 13 ^{45}		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Assoc. Prof. Dr. Serdar ALEMDAĞ*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
An Analysis Of The Aggressiveness And Body Awareness Levels Of Traditional Wrestlers	Ezgi DEMIR Uğur BAKAY	Gaziantep University
Examining The Patriotism Attitudes Of Sports Sciences Faculty Students In Terms Of Various Variables	Gizem YILMAZER Uğur BAKAY	Gaziantep University
Treatment Effects Of A Home-Based Vestibular Rehabilitation Program In Posterior Semicircular Canal BPPV	Şule Bensu KARAHAN Bayram Sönmez ÜNÜVAR	KTO Karatay University
Exercise And The Immune System: A Five-Year Review	Erhan KIZMAZ Sedat YİĞİT	Gaziantep University
Comparison Of Body Composition, Exercise Capacity, Symptoms, And Quality Of Life In Pancreatic And Colon Cancer Patients With Cachexia	Ezgi ERGİN, Didem KARADİBAK Ümit AKAY, Burcu AÇIKGÖZ Aytaç TERZİ, Tuğba YAVUZŞEN İlhan ÖZTOP	Dokuz Eylül University Hospital/Dokuz Eylül University
Investigation Of Exercise Health Belief According To Body Mass Index	Assoc. Prof. Dr. Serdar ALEMDAĞ	Trabzon University
Current Situation Analysis And Recommendations For City Branding In Şanlıurfa	Furkan ÖZGÜZEL Melih ÖZTOP	Gaziantep University

27.12.2025 / Hall-7, Session-3			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	12 00 : 13 15		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: ***Assist. Prof. Dr.Suzan ONUR***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
The Mediating Role Of Sport In The Relationship Between Dark Tetrad Personality Traits And Nomophobia Among Physical Education Teacher Candidates	Nida FIRAT Assoc. Prof. Dr. Metin KUŞ	Hitit University
Psychological Resilience And Mental Health: A Study On Sports Science Faculty Students	Kenan KOÇ Mustafa Soner YÜCE Hayati ARSLAN	Erciyes University İstanbul Sabahattin Zaim University
Examination Of Physical Activity Levels And Healthy Eating Attitudes Of Women Practicing Pilates	Mustafa Soner YÜCE Kenan KOÇ Bayram KARAKUŞ	Erciyes Üniversitesi İstanbul Sabahattin Zaim University
The Relationship Between Health Literacy And Pain Management In Students Of The Faculty Of Health Sciences	Fzt. Aslınur ATALAY Assist. Prof. Dr. Tuba ZOROĞLU	Karabük University
The Role Of Effective Communıcatıon In The Physıcal Therapy And Rehabılıtatıon Process And Dıgıtal Applıcatıon Desıgn: E-Ftr	Melisa Nur YABAN Betül Kuzubaş Emre KÜÇÜKGÖÇER Mehmet Emre TEK Assist. Prof. Dr.Suzan ONUR	Karabuk University

27.12.2025 / Hall-8, Session-3			
	ANKARA LOCAL TIME		**MEETING ID:** 844 4053 5966
	12 ^{00} : 13 ^{45}		**PASSCODE:** 450687

HEAD OF SESSION: ***Lect. Dr. Rana BAYTİN ALACI***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Properties And Nutritional Importance Of Milk Fat Globule Membrane	**Assist. Prof. Dr. Yusuf ÇAKIR Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI**	**Bingöl University/ Atatürk University**
Geographically Indicated Foods From Türkiye Registered By The European Commission	**Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI Assist. Prof. Dr. Yusuf ÇAKIR**	**Bingöl University/ Atatürk University**
Turkish Adaptation Of The Food Noıse Questionnaire: A Validity And Reliability Study	**Res. Assist. Şeyma Nur ERCAN Mehmet KORKMAZ Tuğba YILDIRIM, Aycan KAYALAR, Elif ALTUN Sevda UZUN**	**Yozgat Bozok University/Çankırı Karatekin University/Gazi University/Kırşehir Ahi Evran University**
The Effect Of Organic Foods On Human/Environmental Health And Sustainability	**Kübra ÖZAYDIN AL Assist. Prof. Dr. Murat KAYA**	**Kayseri University**
Evaluation Of The Replacement Of Gelatin With Agar Agar As A Stabilizer In Glaburu- Fortified Soft Confectionery	**Assist. Prof. Dr. Murat KAYA**	**Kayseri University**
Phosphorus Nutrition In Lettuce (*Lactuca Sativa* L.): Current Approaches On Growth Physiology, Stress Tolerance, And Phosphorus Use Efficiency (Pue)	**Lect. Dr. Rana BAYTİN ALACI**	**Van Yüzüncü Yıl University**
Effects Of Phosphorus On Vegetable Growth And Physiology	**Lect. Dr. Rana BAYTİN ALACI**	**Van Yüzüncü Yıl University**

27.12.2025 / Hall-9, Session-3			
	ANKARA LOCAL TIME		**MEETING ID:** 844 4053 5966
	12 ^{00} : 13 ^{30}		**PASSCODE:** 450687

HEAD OF SESSION: ***Lect.Aliye AŞIKKUTLU***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Molecular Docking And DFT Analysis Of Lasmiditan As A Therapeutic Agent For Migraine	**Özlem GÜNDOĞDU AYTAÇ Sertan AYTAÇ Lect. Dr. Emel EKİNCİ**	**Kırşehir Ahi Evran Unıversity/Çankırı Karatekin University**
The Effect Of Mushroom Usage As A Fat Substitute On Quality Properties Of Chicken Patties	**Mine KIRKYOL Prof. Dr.Ahmet AKKÖSE**	**Artvin Çoruh University/Atatürk University**
The Effect Of Using Cauliflower In Chicken Meatballs On Physicochemical, Sensory, And Textural Properties	**Mine KIRKYOL Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE**	**Artvin Çoruh University/Atatürk University**
Effects Of Different Ionizing Irradiation Techniques On Meat Color	**Lect.Aliye AŞIKKUTLU Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN**	**Selcuk University**
The Effect Of Essential Oil Applications In Biopolymer-Based Active Packaging On Meat And Meat Products	**Lect.Aliye AŞIKKUTLU Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN**	**Selcuk University**
Pelemir (*Cephalaria syriaca* L.) Bitkisinin Besin İçeriği	**Diyanet TEKİN Assoc. Prof. Dr. Fatma HEPSAĞ**	**Osmaniye Korkut Ata University**

27.12.2025 / Hall-10, Session-3			
	ANKARA LOCAL TIME		**MEETING ID:** 844 4053 5966
	12 ^{00} : 13 ^{45}		**PASSCODE:** 450687
HEAD OF SESSION: ***Assoc. Prof. Dr. Ayhan IŞIK***			

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Mutezile'nin Tıp Sahasına Yönelik Değerlendirmeleri	**Prof. Dr. Veysi ÜNVERDİ**	**Necmettin Erbakan University**
İsrâ Hadisesi'nin Mu'tezilî Yorumu	**Prof. Dr. Veysi ÜNVERDİ**	**Necmettin Erbakan University**
To What Extent Is Rawlsian Justice Egalitarian? A Feminist Assessment	**Tuba İLHAN DALAR**	**Kilis 7 Aralık University**
Reasons For The Destruction Of Nations	**Cumali ÇAKAN**	**Kahramanmaraş Sütçü İmam University**
Tradition, Identity And Politics In Islamic Thought: An Analysis Of The Milli Görüş Movement	**Assoc. Prof. Dr. Ayhan IŞIK Emine Betül FAZLIOĞLU**	**Karabük University**
From Idea To Action: The Assassination As A Radical Movement	**Assoc. Prof. Dr. Ayhan IŞIK Sevgi AKÇAY**	**Karabük University**
The Concept Of Istınbāṭ Among Qur'anic Commentators And Jurists: A Semantic And Terminological Analysis	**Dr. Ahmet AKIL**	**Bağımsız Araştırmacı/Van Yüzüncü Yıl University**

27.12.2025 / Hall-11, Session-3			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	12 30 : 13 45		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: ***Assist. Prof. Dr. Deniz TAŞKIN***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Effect Of Ocimum Basilicum (L.) Extract On Total Protein Content In Model Organism *Galleria Mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae)	Assist. Prof. Dr. Deniz TAŞKIN Resc. Assist. Dr. Serhat KAYA	İstanbul Yeni Yüzyıl University /Çanakkale Onsekiz Mart University
Determination Of Total Phenolic And Flavonoid Amounts In Dianthus Tabrısianus Stem Water Extract	Zafer YAREN, Abdülhalim GÜNEŞ Deniz İRTEM KARTAL, Ayten EROĞLU	Van Yüzüncü Yıl University
Effects Of Salinity And Thermal Processing On The Antioxidant And Antimicrobial Properties Of Cinchona Officinalis Extracts	Beyza BEDİR, Müdahhara KARACA Mustafa ÇİÇEK, Aytaç KOCABAŞ	Necmettin Erbakan University/Karamanoglu Mehmetbey University
Antıbıofılm Effect Of Edıble And Nonedıble Parts Of Tuber Of Arum Italıcum Plant	Assist. Prof. Dr.Uğur KARDİL Azer ÖZAD DÜZGÜN Zeynep AKAR	Gümüşhane University
Evaluation Of Sod2 Gene Expression In Thyroid Carcinoma According To Clinical Parameters: Ualcan-Based In Silico Study	Eda TÜRKYILMAZ, Elif Sude TİKEN, Lect. Mirsajjad ESLAMKHAH TAGHIZAD, Leyla HÜSEYNOVA, Assist. Prof. Dr. Lütfiye KARCIOĞLU BATUR	Biruni University
Investigation Of The Phylogenetic Relatıonships Of Ellobius Lutescens In The Van Population Based On The Mitochondrial D-Loop Gene	Teoman KANKILIÇ İrem Eda DİRİL İlkay CİVELEK Burcu KÖSE Gökhan YÜRÜMEZ	Batman University/Niğde Ömer Halis Demir University

27.12.2025 / Hall-12, Session-3			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	12 30 : 14 00		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: ***Assoc. Prof. Dr. Seyit Ali GÜNGÖR***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Design And Synthesis Of A New 1,2,3-Triazole Derivative As A Potential Anti-Alzhimer Agent: Investigation Of Its ACH And BCH Inhibitory Properties	Dr. Büşra Albayrak MISIR Assist. Prof. Dr. Özge GÜNGÖR	Kahramanmaras Sutcu Imam University
Synthesis Of New 1,2,3-Triazole Hybrid Compound And Investigation Of A-Glucosidase Inhibition And BSA Binding Properties	Dr. Büşra Albayrak MISIR Assist. Prof. Dr. Özge GÜNGÖR	Kahramanmaras Sutcu Imam University
Dna Binding And Molecular Docking Studies Of 1,2,3-Triazole Aldehyde-Containing Compounds	Assoc. Prof. Dr. Seyit Ali GÜNGÖR Assist. Prof. Dr. Özge GÜNGÖR	Kahramanmaras Sutcu Imam University
α-Glucosidase And Molecular Delivery Studies Of 1,2,3-Triazole Aldehyde-Containing Compounds	Assoc. Prof. Dr. Seyit Ali GÜNGÖR Assist. Prof. Dr. Özge GÜNGÖR	Kahramanmaras Sutcu Imam University
Effects Of Ag-ZnO Nanocomposites Of Usnea Barbata Lichen Species On Ht29 Cell Line Using The Comet Test	Kenan GÖK Prof. Dr. Dilek PANDIR Assoc. Prof. Dr. Zekiye KOCAKAYA	Yozgat Bozok University
Biologically Derived Green Synthesis Approaches And Their Applicatiıons	Kenan GÖK Prof. Dr. Dilek PANDIR İlayda Ünal	Yozgat Bozok University

27.12.2025 / Hall-13, Session-3			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	12 30 : 13 45		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: ***Prof. Dr. Arif BABANLI***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Conductance Of Quantum Dots With A Delta Potential Barrier	**Prof. Dr. Arif BABANLI**	**Süleyman Demirel University**
Design, Synthesis, And Characterization Of New 1,2- Disubstituted Tetralins	**Assist. Prof. Dr. Kadir AKSU Nilsu UZUNLAR**	**Ordu University/Ondokuz Mayis University**
Search Potential Of High Energy Hadron Colliders To Discover New Heavy Quarks	**Prof. Dr. Orhan ÇAKIR**	**Ankara University**
Heat Capacity Of The Kane Oscillator In The Application Of Superstatistics Theory	**Prof. Dr. Arif BABANLI Mustafa BALCI Vepa SABYROV**	**Suleyman Demirel University/Isparta University/Technical and Transport Communications of Turkmenistan/ TÜRKMENİSTAN**
Heat Capacity Of Gaas Cylindrical Quantum DOT In Application Of Superstatistics Theory	**Prof. Dr. Arif BABANLI Mustafa BALCI Vepa SABYROV**	**Suleyman Demirel University/Isparta University/Technical and Transport Communications of Turkmenistan/ TÜRKMENİSTAN**

27.12.2025 / Hall-14, Session-3			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	12 30 : 14 30		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: ***Lect. Ebru SOLMAZ***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
The Role And Responsıbılıtıes Of Occupatıonal Health Nurses In Preventıng Workplace Accıdents	Firdevs KUZU	Sivas Cumhuriyet University
A Scopıng Revıew Of Postgraduate Theses On Dıabetıc Foot In The Fıeld Of Nursıng In Turkey	Meryem KAR Cansu POLAT DÜNYA Nurten ÖZEN	Istanbul Bilgi University/Istanbul University
Doxorubicin And 4-Hydroxyperoxycyclophosphamide Alter Mitochondrial Dynamics In Spermatogonia And Spermatocytes	Assist. Prof. Dr. Mustafa ÖZTATLICI, Kemal ÖZBİLGİN Rukiye Betül ÇOLAKSEL Suna KARADENİZ SAYGILI Hülya ÖZTATLICI	Gaziantep Islam Science and Technology University/Manisa Celal Bayar University/Kütahya Health Sciences University
The Effect Of Nonpharmacological Methods Used During Episiotomy On Anxiety: A Meta-Analysis Study	Ph. D. Sümeyye KÖSE Assoc. Prof. Dr. Handan ÖZCAN	Pendik İlçe Sağlık Müdürlüğü/Sağlık Bilimleri Üniversitesi
The Effects Of The Climate Crisis And Increasing Environmental Stress On Reproductive Health And The Roles Of Midwives	Ph. D. Sümeyye KÖSE	Pendik İlçe Sağlık Müdürlüğü
Effectiveness Of Basic Electrocardiography Training For Nurses	Assist. Prof. Dr. Fatma İLTUŞ Yasemin TOKEM Serdar BAYATA	Selçuk University/İzmir Kâtip Çelebi University
Glycemic Control In Enterally-Nutritioned Diabetic Patients	Assist. Prof. Dr. Fatma İLTUŞ Çiğdem BERK ÖZCAN	Selçuk University
Preparation For General Anesthesia: Preoperative Medical Optimization In Oral And Maxillofacial Surgery Patients	Res. Assist.Serra ACAR Seçil ÇOBANOĞLU	Eskişehir Osmangazi University
Virtual Reality–Supported Teaching In Undergraduate Nursing Education: Current Approaches	Assist. Prof. Dr. Ebru ŞAHİN Lect. Ebru SOLMAZ	Ordu University/Ağrı İbrahim Çeçen University

27.12.2025 / Hall-15, Session-4			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	12 30 : 14 00		PASSCODE: 450687
HEAD OF SESSION: *Assist. Prof. Dr. Semra ŞİRİN KIRIŞ*			

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Lessons From Earthquakes In Turkey: An Evaluation From The Perspective Of Structural Behavior, Inspection, And Implementation	Assoc. Prof. Dr. Ali SARIBIYIK Aysu ASLANKILIÇ, Berranur ÇETIN Berranur DÜZCAN, Ebrar ERTÜRK Esra AKARSU, İnanç AKAY Özge AKGÜLLÜ, Şenol ERDOĞAN	Sakarya University of Applied Sciences
Evaluation Of Ag And Rgo-Coated Textile And Polymer Substrates For Biomedical Electrodes	Elif Nur SELÇUK Hatice AKMAN Gökçenur ÇAKMAK Mustafa Reşit USAL	Suleyman Demirel University/Isparta University of Applied Sciences
Comparative Evaluation Of Ground Motion Parameters Based On Structural Response: A Case Study Of The 2023 Pazarcık And Elbistan Earthquakes	Assist. Prof. Dr. Semra ŞİRİN KIRIŞ	Doğuş University
Comparative Trend Analysis Of Carbon Intensity In Turkey And Germany	Assoc. Prof. Dr. Mahsum AYDIN Fatma Fehime AYDIN	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Roundabout Optimization With Signalization And Channelization Integration: An Evaluation Of Literature Findings	Timur Ozan ÖZAY Dr. Fatih YONAR	DSI 252nd Branch Directorate/Çanakkale Onsekiz Mart University
Microstructural Changes Of 6000 Series Aluminum Welded By Mig Method Under Different Production Parameters	Lect. TURGAY TEHÇİ SAMET OĞURLU Prof. Dr. Fatih ÇALIŞKAN	Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi/Cumhur Metal Sac Boru Profil

27.12.2025 / Hall-16, Session-4			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	12 30 : 13 45		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Assist. Prof. Dr. Esra KEŞER*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
A Review Of Children Exposed To Peer Bullying And Family Relationships	Merve BARUTCU Merve İBRAHİMOĞLU Ercümend ERSANLI	Ondokuz Mayıs University/Miera Akademi Psikolojik Danışmanlık ve Atölye Merkezi
Examining Peer Bullying In Secondary Education In Terms Of Various Factors	Dilan GÜNEŞ Uğur BAKAY	Gaziantep University
The Effect Of Body Movements With Rhythm Training On Rhythm Perception–Application Skills And Reaction Time In Students Aged 12–13	Mehmet AKA Zinnur GEREK	Gaziantep University
The Relationship Between Phantom Earthquake Sensation And Obsession, And Disease Self-Management In Diabetic Individuals Living In An Earthquake Zone	Assist. Prof. Dr. Esra KEŞER Ulviye ÖZCAN YÜCE Derya ATİK, Cengiz ÖZTÜRK	Osmaniye Korkut Ata University
Machıne Learnıng Approaches For Predıctıng Endometrıosıs Ovarıan Cyst And Rısk Assessment In Usıng Clınıcal And Bıomarker - Il6	Tasdemir Rabia Marina Adriana Mercioni Samfireag Miruna Suciu Oana Petre Izabella Petre Ion	University of Medicine and Pharmacy "Victor Babes" Timisoara/Politehnica University/ROMANIA

27.12.2025 / Hall-17, Session-4			
	ANKARA LOCAL TIME		**MEETING ID:** 844 4053 5966
	12 ^{30} : 14 ^{30}		**PASSCODE:** 450687

HEAD OF SESSION: ***Assoc. Prof. Dr. Fatma Dilek TURAN***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Aile İçi Şiddete Kültürel Bakış	Assoc. Prof. Dr. Zeliha KAYA ERTEN Evrim BAYRAKTAR	Nuh Naci Yazgan University Erciyes University
Kültürel Yapı İnfertil Kadınlarda Cinsellik ve Evlilik Uyumunu Etkiler mi?	Evrim BAYRAKTAR Assoc. Prof. Dr. Zeliha KAYA ERTEN Semih ULUDAĞ	Nuh Naci Yazgan University Erciyes Üniversitesi/Kayseri Memorial Hospital
Toplumsal Cinsiyet Özellikleri Yönünden Göç	Assoc. Prof. Dr. Zeliha KAYA ERTEN Handan ZİNCİR	Nuh Naci Yazgan University Erciyes University
One-Year Evaluation Of Linear Accelerator Output Stability: Analysis Of Drift And Seasonal Variation	Lect. Selami EKEN Assoc. Prof. Dr. Yusuf KAVUN	Kahramanmaras Sütçü Imam University
Theoretical Investigation Of The Radiation Shielding Capacity Of Nio-Doped Photopolymer Resins Developed For The Dlp 3d Printing Process	Assoc. Prof. Dr. Yusuf KAVUN Lect. Selami EKEN	Kahramanmaras Sütçü Imam University
The Relationship Between Fear Of Surgery And Postoperative Pain And Anger Levels In Patients Hospitalized In A Breast Endocrine Surgery Clinic	Assoc. Prof. Dr. Vesile ESKİCİ İLGİN Canan AKGÜL	Atatürk University
Technological Approaches To Nutrition In Children: A Contemporary Review	Assoc. Prof. Dr. Fatma Dilek TURAN	Akdeniz University
Childhood Immunization In The Digital Era: Innovative Strategies And The Role Of Pediatric Nursing	Assoc. Prof. Dr. Fatma Dilek TURAN	Akdeniz University

27.12.2025 / Hall-18, Session-4			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	12 30 : 14 45		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Assoc. Prof. Dr. Arzu KARABAĞ AYDIN*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Differential Diagnosis Process In Psychiatric Symptomatology: Clinical Integration Of Structural, Functional Imaging And Electrophysiological Methods	Assoc. Prof. Dr Gamze SARIKOÇ Beyza KAYA	University of Health Sciences
Investigation Of The Cytotoxic Properties Of The Bı-5521 Inhibitor In A Colon Cancer Cell Line	Assist. Prof. Dr. Aydın SEVER Havva AYBEK	Bingöl University
A New Fructose Metabolism Inhibitor Bı-9787 In Cancer Treatment	Havva AYBEK Assist. Prof. Dr. Aydın SEVER	Bingöl University
Evaluation Of Methodological Features Of Doctoral Theses In The Field Of Nursing	Maşide HURMANLI Assoc. Prof. Dr. Emine Derya ISTER	Kahramanmaraş Sütçü İmam University
Fatigue In Cancer Patients And Nursing Approaches To Fatigue Management	Assoc. Prof. Dr. Arzu KARABAĞ AYDIN Zehra MERİÇ	Kafkas University
Pain And Nursing Approaches To Pain In Cancer Patients	Assoc. Prof. Dr. Arzu KARABAĞ AYDIN Zehra MERİÇ	Kafkas University
Loneliness, Social Isolation, And Suicide Risk Among Older Adults: A Comprehensive Bibliometric Analysis (1980–2025)	Assist. Prof. Dr. Ece ALAGÖZ	Maltepe University
Adolescent Lonelıness And Dıetary Rısk Behavıors: Explorıng Mukbang Vıewıng As A Psychologıcal Pathway	Eungyeong Kim	Kunsan Nationalniversity/KOREA

27.12.2025 / Hall-19, Session-4			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	12 30 : 14 15		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Dr. Hamdi DAĞISTANLI*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Detection Of G6pd Canton, Kaiping, And Gaohe Mutations In The Diyarbakır Region	Dr. Kadir Sinan ASLAN Hüseyin Hakan İNCE	Dicle University
Synthesis And Characterization Of Newly Substitutioned Pyrıdıne Rıng-Drıven Sns-Type Pıncer Lıgand And Metal Complexes	Beyza NACAR Hatice Gamze SOĞUKÖMEROĞULLARI Mehmet SÖNMEZ	Gaziantep Üniversitesi
Different Countries Political Perspectives On Compulsory Military Service For Women	Fatma AĞ Prof. Dr. Bülent ALAGÖZ	Gaziantep University
Comparative Investigation Of The Gamma-Ray Attenuation Properties Of Lead-Containing Galena (PBS) And Altaite (PBTE) Minerals	Büşra AVDAN DURAK Assist. Prof. Dr. MEHTAP YALÇINKAYA	Istanbul University
Investigation Of The Mesogenic Properties Of The 6ba/3aba Binary Mixture Complex	Zafer EKER Prof. Dr. Mustafa OKUMUŞ	Batman University
Pytorch Application On Condensed Matter Physics	Buse KARAMAN, Kamile Elvin KAMBUR Selen GÜLMÜŞ Dr. Hamdi DAĞISTANLI	Buca Radikal Anatolian HighSchool
Theoretical Evaluation Of Quinoxaline Derivatives As Potential Electron Donors İn Advanced Organic Solar Cells (Oscs)	El Mostafa Benharaf, Ikram Mennas ZIDANE Zohra, Abdellah Zeroual Mohammed El idrissi	Sultan Moulay Slimane University/Chouaib Doukkali University/ MOROCCO

27.12.2025 / Hall-20, Session-5			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 ^{00} : 15 ^{00}		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: ***Dr. Chukwuemeka G. EME***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Gluten Sensitivity Vs. Celiac Disease: Nutritional And Clinical Perspectives	Dr. Saloni SHARMA Suhani SHARMA	Deemed to be University/INDIA
Mental Health Disorders Associated With Celiac Disease: Clinical Evidence And Pathophysiological Links	Dr. Saloni Sharma Suhani Sharma	Deemed to be University/INDIA
Study Of Laminated Composites Kevlar/ Epoxy Accrding A Various Criteria Of Failure	Adel DELIOU, Takieddine Boukelia Samir DJIMLI, Mohamed Kemiha Abdelkader FIDJAH, Khmissi BELKAID, Meriem DEHBI	University of UMSB of Jijel/ALGERIA
Multinational Corporations And Their Effects On Nigeria's Economic Growth And Development	Dr. Chukwuemeka G. EME	University of Nigeria
Issues And Challenges Of Coronavirus Outbreak In Nigweia	Dr. Chukwuemeka G. EME Dr. Elikwu MICHAEL	University of Nigeria/Veritas University
Dynamic Capabilities And Firm Performance Of Selected Food And Beverages Companies In South-West Nigeria	Dr. Chukwuemeka G. EME Prof. NNABUIFE, E. K. N.	University of Nigeria/Nnamdi Azikiwe University
Wrongful Termination Of Contracts Of Employment In Nigeria – A Case For Reinstatement Of Private Employees	Dr. Chukwuemeka G. EME	University of Nigeria
A Critical Examination Of The Right To Strike In Nigeria: A Review Of Some Selected Jurisdictions	Dr. Chukwuemeka G. EME	University of Nigeria

27.12.2025 / Hall-21, Session-5			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 ^{00} : 15 ^{00}		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: ***Elizabeta POPOVA RAMOVA***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Molecular Docking, Exploring Diverse Selectivities And Mechanistic Insights İn The Cycloaddition Reaction Between 3-Benzoylpyrrolo- [1,2-A] Quinoxaline-1,2,4(5H)-Triones And Butyl Vinyl Ether	Soukaina AMEUR Assiya ATIF Abdellah ZEROUAL Noureddine MAZOIR	ChouaïbDoukkali University
Enhanced Photocatalytic Degradation Of Ibuprofen Using An Amorphous Zn–Fe Bimetallic Mof	Lynda FERFECHE Nadra DEBBACHE	Frères Mentouri Constantine 1 University/ALGERIA
Marine Fish Leeches In Tunisia: New Host Data For Trachelobdella Lubrica And Pontobdella Muricata	Ben Ahmed RAJA Gammoudi MEHREZ	University of Tunis El Manar/TUNISIA
Numerical Simulation Of Thermal Behaviour Of Wallboards Containing A Phase Change Material (Pcm) For The Light Envelope Of Buildings	Selka GHOUTI	Université Abou bakr belkaid/ALGERIA
Complementary And Alternative Medicine Use Among Children To Increase Mental Health	Elizabeta POPOVA RAMOVA Vladimir APOSTOLOV	MIT University/MACEDONIA
Pulmonary Thromboembolism After Surgical Treatment Of Knee Related Fracture. (Case Report)	Poposka BILJANA, Ramov LEONID, Spasovska MARIJA Pejkovska SAVA	University Clinic fo pulmonology and allergology/MACEDONIA
Granulomatosis With Polyangiitis (Wegener's Granulomatosis), Diagnosis And İnitial Treatment(Case Report)	Ramov LEONID Zdraveska MARIJA Dimitrievska DESKA	University Clinic fo pulmonology and allergology/MACEDONIA
The Impact Of Technological Innovation On Energy Security In South Asia	Haleema Azam KHAN Dr. Dilawar KHAN	Kohat University of Science and Technology /PAKİSTAN

27.12.2025 / Hall-22, Session-5			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 ^{00} : 15 ^{00}		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: ***Prof. Dr. El Mahdi BOUABDALLI***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Impact Of Employee Motivation On The Performance Of Manufacturing Firms In Lagos State, Nigeria	Dr. Chukwuemeka G, EME	National Open University of Nigeria
An Appraisal Of Succession Planning In Family-Owned Businesses In Nigeria: Empirical Evidence From Selected Smes In Lagos State, Nigeria	Dr. Chukwuemeka G, EME	National Open University of Nigeria
Smart Analytics–Enhanced Educational Management And Its Impact On Learning Outcomes Quality In Syrian Universities	Dr. Khalel -Al Hamo AL HAMDAN Dr. Salwa Al-Muhammad AL-HUSSEIN	Al-Furat University/SYRIA
Synthesis And Theoretical Design Of 6,6′-(1,3,4-Oxadiazole-2,5-Diyl)Bis (3-Chloroaniline)	Assiya Atif Soukaina Ameur Houssine Ait Sir	Chouaib Doukkali University/MOROCCO
Tailoring The Structural, Physicochemical, Optical, Thermal, And Photoluminescent Properties Of Europium Doped Strontium Phosphate Glasses Synthesized Via Melt-Quenching For Photonic And Photovoltaic Applications	Prof. Dr. El Mahdi BOUABDALLI Mohamed El JOUAD, Samira TOUHTOUH, Ilyass El KADMIRI Nathalie GAUMER, Mostapha SINITI, Abdelowahed HAJJAJI	Mohamed Ben Abdellah University/ Chouaib Doukkali University/ University Mohamed First Oujda/MOROCCO
Syzygium Aromaticum (L.) : A Spice Of Pharmacological Interest For The Central Plateau Of Morocco – Synthesis Of Biological Activities And Prospects For Valorization	JAAYEFAR Fatima-ezzahra DAHMANI Jamila	Laboratoire des Productions végétales, animales et agro-industrie
Quantum Efficiency In Gan/Ingan Solar Cells Under External Perturbation	Rajab YAHYAZADEH Zahra HASHEMPOUR	Islamic Azad University/IRAN
The Role Of Physics In A Civil Engineering University In Preparing Students To Solve Environmental Problems	Prof. Dr. Usarov U.T. Assoc. Prof. Dr. Nodirov G. Yu Nishonov U.	Samarkand State University/UZBEKISTAN

27.12.2025 / Hall-23, Session-6			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 ^{00} : 15 ^{00}		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: ***Dr. Tahir QURESHI***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Breast Cancer Detection In Digital Mammography Using A Cross-View Vision Transformer With Hierarchical Attention	Al Mahmud SURUJ Qiu XIAOPING Shimul Mahmud KHATAMI	Southwest Jiaotong University/ Harbin Institute of Technology/ University of Frontier Technology/CHINA/BANGLADESH
Structure Activity Relationship Analysis Of Betulinic Acid And Avenasterol As Bioactive Natural Products	H. A. Kwazo, U. Z. Faruq L. G. Hassan, M. E. Sadiq M.Salihu	Usmanu Danfodiyo University/NIGERIA
A Double-Blind Randomized Comparative Interventional Study On The Impact Of Regional Analgesia On Acute Postoperative Pain And Chronic Postsurgical Pain In Breast Cancer Surgery	Khadija El HIMER	Ibn Tofail University/ Morocco
Adaptive Clinical Trial Designs: Improving Efficiency And Patient Outcomes	Dr. Saloni SHARMA Suhani SHARMA	Deemed to be University/INDIA
Water And Hydraulic Structures Engineering In Georgia: Managing Resources For The Future	Ketevan GORDEZIANI Lasha KAVELASHVILI	Georgian Technical University/GEORGIA
AI Unbound: Challenges And Opportunities For International Legal Frameworks	Dr. Tahir QURESHI Dr. Dhananjay Kumar MISHRA Dr. Aakriti SHUKLA	(Deemed University/INDIA
Spatiotemporal Prediction Of Air Pollutants İn Pakistan Using Machine Learning	Dr. Muhammad IMRAN Engr. Haseeb HASSAN	University Of Sargodha/PAKİSTAN
A Comparative Study Of Job Satisfaction In Public And Private Sector Banks With Special Reference To Sbı And Hdfc Bank	Gopa Kumar R.D., Irfan K.Y Joel Jose ANTONY Ms. Soumya VARGHESE	Bharata Mata College Autonomous Thrikkahra/Mahatma Gandhi University/INDIA

27.12.2025 / Hall-24, Session-6			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 ^{00} : 15 ^{00}		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: ***Dr. Jayasree KRISHNAN***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
The Psychology Of Digital Spending: How E-Wallets Shape Impulsive Buying Among Young Consumers	Dr. Jayasree KRISHNAN	Vels Institute of Science Technology and Advanced Studies (VISTAS)
A Review Of Policy Initiatives For Rural Development In India Since Independence	Karuna Shanker KANAUJIYA Rajat SAINI	University of Lucknow
Domesticating A New Ecotype Of Sauveolens Mint Growing At In Regions With Extreme Climatic Conditions To Confirm The Causes Of Differentiation	Amal ERRADY, Mohamed MERZOUKI, Mohamed BOUHRIM El hassania EL, HAMZAOUI Hassane ABD-DADA	Sultan Moulay Slimane University/MOROCCO
Informality In The Albanian Coastal Tourism Sector: An Analysis Of Partial Client Declarations, The Bed Tax, And Beach Parcel Payments	Brunilda LICAJ	University A. Moisiu /ALBANIA
Uamd's Role In Tourism Workforce Development And Institutional Marketing	Brunilda LICAJ, Marsida ABDYL Prof. As. Dr. Mirela TASE	University A. Moisiu
Climate Challenges And Adaptive Technologies In Ukrainian Sunflower Seed Production	Serhii YEROMENKO Sergiy LAVRENKO	Kherson State Agrarian and Economic University /UKRAINE
Crystal Violet Dye Degradation Using Monoculture And Blended Culture Bacteria Isolated From Poultry Faeces	Faisal AHMED, Johirul ISLAM Tasmia Jahin MIM, Iftakhar AHMAD	Noakhali Science and Technology University/BRAC University
An In Silico Pharmacological And Molecular Docking Approach For The Development Of Potential Inhibitors Against Ctx-M-9 Class A Beta-Lactamase From Escherichia Coli	Johirul ISLAM, Faisal AHMED Tasmia Jahin MIM, Iftakhar AHMAD	Noakhali Science and Technology University/BRAC University

27.12.2025 / Hall-1, Session-6			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 ^{00} : 15 ^{00}		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: ***Assoc. Prof. Dr. Ho Son DAI***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
The Problem Of Microplastics In Environmental Medicine	Mariami MANAGADZE	Tbilisi State Medical University
Numerical Simulation Of The Proton Exchange Membrane Electrolyzer Performance	Ibrahim NACHIT	Laboratory of Renewable Energy and Dynamic of Systems
Health Informatics And Electronic Health Records	SNEHA Ajesh CHAUHAN	Hindu College of Pharmacy
Two Different Mechanisms Involved In The Bacteriorhodopsin-Atp Synthase Biosystem In Halobacterium Salinarum Cells	Gabi DROCHIOIU	1 Alexandru Ioan Cuza University of Iasi/ROMANIA
Effects Of Crushed Periwinkle Shells On The Compressive Strength Of Hollow Sandcrete Blocks	OMISANDE Lawrence A. IMASUEN Victoria	The Federal Polytechnic Ilaro/NIGERIA
Narrative Architecture In Immersive Games: Ai-Powered Story Worlds And Dynamic Player Experiences	Radhika H.	Presidency University/INDIA
The Internationalist Obligations Of The Ho Chi Minh City Military Specialist Group In Phnom Penh From 1979 To 1988	Assoc. Prof. Dr. Ho Son DAI Dr. Duong To Quoc THAI	Ho Chi Minh City University of Education/Dong Thap University, VİETNAM
Methodology For The Formation Of Speech Competence Of Primary School Students Based On An Integrative Approach	Lobar Mukhtarova Dilshoda Chorshanbiyevna Mamatraimova	Termez State Pedagogical Institute

27.12.2025 / Hall-2, Session-6			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 ^{00} : 15 ^{00}		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: ***Mouassa BOCHRA***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Analysis Of Policies And Responses To The Plastic Waste Crisis In Indonesia	Nurul Amir SYAKILA Nur Suqya RAHMA	Muhammadiyah University of Makassar
Effectiveness Of Implementation Of Social Inclusion Program For Persons With Physical Disabilities At The Social Rehability Center For Persons With Physical Disabilities (Brspdf) In Makassar City Indonesia	Nurul Amira SYAKILA Abdul MAHSYAR Ihyani MALIK Nur Suqya RAHMA	Muhammadiyah University of Makassar
Analyzing Levi Strauss & Co.'s Cash Flow, Capital Structure, and Shareholder Returns in 2024	Nindya Reska PUTRI Raya Shakila HANNA	Universitas Lampung/INDONESIA
Histological Assessment Of Gonadal Maturation In The Gilthead Sea Bream (Sparus Aurata) From Algerian Waters	Mouassa BOCHRA	University Chadli benjdid/ Algeria
Histological And Morphological Assessment Of Gonadal Maturation In The Gilthead Sea Bream (Sparus Aurata) From Algerian Waters	Mouassa BOCHRA	University Chadli benjdid/ Algeria
Histological Characterization Of Gonadal Development In Penaeus Kerathurus: Implications For Aquaculture In Algeria	Mouassa BOCHRA	University Chadli benjdid/ Algeria
Evaluation Of Mechanical Properties Of Pozzolanic Treated Base Pavement Layer	Shubhangi AGARWAL Avinash OJHA Lokesh GUPTA	Sir Padampat Singhania University/India
Accelerating Biotherapeutics: The AI Pipeline For Antibody Design And Clinical Translation	Maria Fareed SIDDIQUI Ans Amjad, Irfa JAVAID Saman ZAHRA, Umar RAEES	-------

27.12.2025 / Hall-3, Session-6			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 ^{00} : 15 ^{15}		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: ***Prof. Dr. Ivan PAVLOVIĆ***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
MHD Heat and Mass Transfer Analysis of a Reactive Casson Nanofluid with Bioconvection on a Stretching Disk	E. O. FATUNMBI S. A. ODUNLAMI	Federal Polytechnic/nıgerıa
First-Principles and SCAPS-1D Simulation Analysis of a Potential Halide Double Perovskite Absorber for Photovoltaic Devices	Chokri El KHADER, Mossab OUBLAL, Mustapha MARDY, Fadoua El AISAOUI, Ihsane BENSASSI, Mustapha BGHOUR, Abdeslam El FANAOUI, Mounir LOTFI	Hassan I University/Ibn Zohr University
Investigation On The Properties And Potential Application Of Foam Concrete Using Different Mix Proportion	Lawal N.A. Odetunde M.W.	Federal Polytechnic/nıgerıa
Cybersecurity Partnerships and the Evolution of Cyber Diplomacy: Strategic Pathways for National and International Resilience	Dinu ALEXANDRA Teodorov ALEXANDRU	The Bucharest University/ROMANIA
The Significance And Types Of Correct Grazing For The Purpose Of Preserving Pastures	Prof. Dr. Ivan PAVLOVIĆ	Scientific Institute for Veterinary Medicine of Serbia/SERBIA
IMPORTANCE OF FOREST PASTURES IN THE DIET OF DOMESTIC ANIMALS	Prof. Dr. Ivan PAVLOVIĆ	Scientific Institute for Veterinary Medicine of Serbia/SERBIA
Personalized Experiences And Recommendation Algorithms: Their Influence On Customer Satisfaction In E-Business	Prof. Ass. Dr. Kushtrim GASHI Muhamed SHABANI	University “Ukshin Hoti” Prizren/KOSOVA
The Impact Of Information Systems On Decision-Making In Small And Medium Enterprises İn Developing Countries	Prof. Ass. Dr. Kushtrim GASHI Arena DURAJ	University “Ukshin Hoti” Prizren/KOSOVA
Enhancing Students’ Speaking Confidence In The English Classroom	Natalia BOLGARI Ina ANDONI	University Lecturer, Academy of Economic Studies of Moldova

27.12.2025 / Hall-4, Session-7			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 ^{00} : 15 ^{00}		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Zeineb DAMMAK*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Working Through Illness : The Hidden Crisis Of Presenteeism Among Nurses İn Southern Tunisia	Fedi Ben DHAOU, Zeineb DAMMAK Feriel DHOUIB, Maroua TRIGUI Mondher KASSIS, Kaouthar JMAL HAMMAMI, Ali LAAMOURI Yosra MEJDOUB	Habib Bourguiba University Hospital/Hedi Chaker University Hospital/TUNISIA
The Body Under Strain - Mapping Musculoskeletal Disorders Across The Nursing Workforce	Fedi Ben DHAOU, Zeineb DAMMAK Feriel DHOUIB, Maroua TRIGUI Mondher KASSIS, Kaouthar JMAL HAMMAMI, Ali LAAMOURI Yosra MEJDOUB	University of Sfax/ Habib Bourguiba University Hospital/Hedi Chaker University Hospital/TUNISIA
High Demands, Low Control - Occupational Stress And The Karasek Model İn Hospital Nursing	Fedi Ben DHAOU, Zeineb DAMMAK Feriel DHOUIB, Maroua TRIGUI Mondher KASSIS, Kaouthar JMAL HAMMAMI, Ali LAAMOURI Yosra MEJDOUB	University of Sfax/ Habib Bourguiba University Hospital/Hedi Chaker University Hospital/TUNISIA
Profiling Surgical Candidates In A North African Teaching Hospital	Fedi Ben DHAOU, Amal AYEDI Maroua TRIGUI, Fares MEZGHANI Mohamed Seddik REGAIEG, Mariam KHROUF, Ahlem KANNOU, Sana BACCOUCHE, Samer BAGHDADI Mondher KASSIS, Bassem ABID	University of Sfax/ Habib Bourguiba University Hospital/ TUNISIA
Beyond Fear - Unraveling The Web Of Preoperative Anxiety Through Patient Eyes	Fedi Ben DHAOU, Amal AYEDI Maroua TRIGUI, Fares MEZGHANI Mohamed Seddik REGAIEG, Mariam KHROUF, Ahlem KANNOU, Sana BACCOUCHE, Samer BAGHDADI Mondher KASSIS, Bassem ABID	University of Sfax/ Habib Bourguiba University Hospital/ TUNISIA
The Informed Patient Paradox - Unmet Information Needs In The Preoperative Setting	Fedi Ben DHAOU, Amal AYEDI Maroua TRIGUI, Fares MEZGHANI Mohamed Seddik REGAIEG, Mariam KHROUF, Ahlem KANNOU, Sana BACCOUCHE, Samer BAGHDADI Mondher KASSIS, Bassem ABID	University of Sfax/ Habib Bourguiba University Hospital/ TUNISIA
Beneath The Surface - Dissecting Emotional States Through State-Trait Anxiety Inventory	Fedi Ben DHAOU, Amal AYEDI Maroua TRIGUI, Fares MEZGHANI Mohamed Seddik REGAIEG, Mariam KHROUF, Ahlem KANNOU, Sana BACCOUCHE, Samer BAGHDADI Mondher KASSIS, Bassem ABID	University of Sfax/ Habib Bourguiba University Hospital/ TUNISIA

27.12.2025 / Hall-5, Session-7			
	ANKARA LOCAL TIME		**MEETING ID:** 844 4053 5966
	13 ^{00} : 15 ^{00}		**PASSCODE:** 450687

HEAD OF SESSION: ***Fedi Ben DHAOU***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Anxiety Through Multiple Mirrors - Comparing Preoperative Assessment Instruments	**Fedi Ben DHAOU, Amal AYEDI Maroua TRIGUI, Fares MEZGHANI Mohamed Seddik REGAIEG, Mariam KHROUF, Ahlem KANNOU, Sana BACCOUCHE, Samer BAGHDADI Mondher KASSIS, Bassem ABID**	**University of Sfax/ Habib Bourguiba University Hospital/ Higher Institute of Nursing Sciences, Sfax, Tunisia/ TUNISIA**
From Awareness To Action - Prostate Cancer Screening Practices And Barriers In Tunisia	**Fedi Ben DHAOU, Amal AYEDI Maroua TRIGUI, Fares MEZGHANI Mohamed Seddik REGAIEG, Mariam KHROUF, Ahlem KANNOU, Sana BACCOUCHE, Samer BAGHDADI Mondher KASSIS, Bassem ABID**	**University of Sfax/ Habib Bourguiba University Hospital/ Higher Institute of Nursing Sciences, Sfax, Tunisia/ TUNISIA**
The Waiting Game - Temporal Patterns In Surgical Care Pathways And Patient Flow	**Fedi Ben DHAOU, Amal AYEDI Maroua TRIGUI, Fares MEZGHANI Mohamed Seddik REGAIEG, Mariam KHROUF, Ahlem KANNOU, Sana BACCOUCHE, Samer BAGHDADI Mondher KASSIS, Bassem ABID**	**University of Sfax/ Habib Bourguiba University Hospital/ Higher Institute of Nursing Sciences, Sfax, Tunisia/ TUNISIA**
What Healthcare Workers Don't Know Can Hurt - Influenza Vaccination Knowledge Deficits Among Nursing Staff	**Fedi Ben DHAOU, Amal AYEDI Maroua TRIGUI, Fares MEZGHANI Mohamed Seddik REGAIEG, Mariam KHROUF, Ahlem KANNOU, Sana BACCOUCHE, Samer BAGHDADI Mondher KASSIS, Bassem ABID**	**University of Sfax/ Habib Bourguiba University Hospital/ Higher Institute of Nursing Sciences, Sfax, Tunisia/ TUNISIA**
The Knowledge Gap - Understanding Prostate Cancer Screening Awareness And Its Social Determinants	**Fedi Ben DHAOU, Amal AYEDI Maroua TRIGUI, Fares MEZGHANI Mohamed Seddik REGAIEG, Mariam KHROUF, Ahlem KANNOU, Sana BACCOUCHE, Samer BAGHDADI Mondher KASSIS, Bassem ABID**	**University of Sfax/ Habib Bourguiba University Hospital/ Higher Institute of Nursing Sciences, Sfax, Tunisia/ TUNISIA**
The Digital Battlefield: Understanding Cyberbullying's Grip On Tunisian Youth	**Fedi Ben DHAOU, Amal AYEDI Maroua TRIGUI, Fares MEZGHANI Mohamed Seddik REGAIEG, Mariam KHROUF, Ahlem KANNOU, Sana BACCOUCHE, Samer BAGHDADI Mondher KASSIS, Bassem ABID**	**University of Sfax/ Habib Bourguiba University Hospital/ Higher Institute of Nursing Sciences, Sfax, Tunisia/ TUNISIA**
The Practice Gap - Influenza Vaccination Behaviors And Preventive Measures Among Healthcare Professionels	**Fedi Ben DHAOU, Amal AYEDI Maroua TRIGUI, Fares MEZGHANI Mohamed Seddik REGAIEG, Mariam KHROUF, Ahlem KANNOU, Sana BACCOUCHE, Samer BAGHDADI Mondher KASSIS, Bassem ABID**	**University of Sfax/ Habib Bourguiba University Hospital/ Higher Institute of Nursing Sciences, Sfax, Tunisia/ TUNISIA**

27.12.2025 / Hall-6, Session-7			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 ^{00} : 15 ^{00}		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Dr. S. SELVAM*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Beyond The Schoolyard: Unveiling The Hidden Epidemic Of Bullying Among Tunisian Adolescents	Fedi Ben DHAOU, Amal AYEDI Maroua TRIGUI, Fares MEZGHANI Mohamed Seddik REGAIEG, Mariam KHROUF, Ahlem KANNOU, Sana BACCOUCHE, Samer BAGHDADI Mondher KASSIS, Bassem ABID	University of Sfax/ Habib Bourguiba University Hospital/ Higher Institute of Nursing Sciences, Sfax, Tunisia/ TUNISIA
Epidemiological Profile and Lifestyle Habits of High School Students in Sidi Bouzid	Fedi Ben DHAOU, Amal AYEDI Maroua TRIGUI, Fares MEZGHANI Mohamed Seddik REGAIEG, Mariam KHROUF, Ahlem KANNOU, Sana BACCOUCHE, Samer BAGHDADI Mondher KASSIS, Bassem ABID	University of Sfax/ Habib Bourguiba University Hospital/ Higher Institute of Nursing Sciences, Sfax, Tunisia/ TUNISIA
The Satisfaction Paradox: What Makes Tunisian Teenagers Thrive or Merely Survive?	Fedi Ben DHAOU, Amal AYEDI Maroua TRIGUI, Fares MEZGHANI Mohamed Seddik REGAIEG, Mariam KHROUF, Ahlem KANNOU, Sana BACCOUCHE, Samer BAGHDADI Mondher KASSIS, Bassem ABID	University of Sfax/ Habib Bourguiba University Hospital/ Higher Institute of Nursing Sciences, Sfax, Tunisia/ TUNISIA
The Impact Of Play And Play Materıals On Cognıtıve Development In Numeracy Among Pre-Prımary School Chıldren In Kaura, Kaduna State, Nıgerıa	TANKO, LINUS EMMMANUEL D. SAMBE EPHRAIM K. YUNANA	Kaduna State College of Education
Influence of Multi-Port Gas Distribution Configuration on DBD Ozone Generator Performance: Comparative Analysis of Single, Dual, and Quad Inlet-Outlet Systems for Enhanced Energy Efficiency	GHAITAOUI Essama Ahmed NASSOUR Kamel NEMMICH Said GHAITAOUI Touhami OULAD NAOUI Brahim El Khalil	Djillali Liabes University/ University Ahmed Draia
Optimization Of A Hybrid System (PV-Fuel Cell) Of EnergyProduction For An İsolated Site	T. GHAITAOUI, I. ARBAOUI A. E. GHAITAOUI, S. LARIBI Ali Abderrazak TADJEDDINE Dahbi HASSANE, Youcef HALALI	Université d'Adrar, d'Adrar, / University of Nour Bachir El-Bayadh/ University Ahmed Draia of Adrar/ALGERİA
Ethnobotanical Diversity of Medicinal Plants in Rural Communities of Rissani, Morocco	Maria EL ANSARI, Mariame NAJEM Khalid BOURAADA, Jamal IBIJBIJEN Laila NASSIRI	Sidi Mohamed Ben Abdellah University

The Impact of AI on the Human Element of Education: Opportunities and Ethical Challenges	**V. VISHAL** **Dr. S. SELVAM**	**Nadar College Nagamalai**

27.12.2025 / Hall-7, Session-8			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 ^{00} : 15 ^{00}		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Md. Rasel UDDIN*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
A Comparative Study of Astronomy and Astrology: Scientific Foundations and Conceptual Differences	M.DHINESH KUMAR, Dr. S. SELVAM	Nadar College Nagamalai
Neuro-Adaptive Federated Meta-Learning for Human–AI Collaboration in Distributed Systems	N. SANTHOSH, B. Madhan KUMAR Dr. S. SELVAM	
The Importance Of Pulse Oximetry In The Diagnosis And Monitoring Of Human Pathologies	ISMAILI Mohamed, RATTAL Mourad, LYAZIDI AISSAM	Biophysic and health Hassan 1st University
Femvertising As A Strategic Marketing Tool: A Conceptual Framework	Tamanna RATHEE, Dr. Mamta RANGA, Mamta RANI	MD University/Rohtak
Impact Assessment On Agricultural Crop And Land For Removal Of Top Rich Soil In Brick Manufacturing At Boali Union İn Gazipur, Bangladesh	Md Rasel UDDIN Nur NAHAR	Dhaka University of Engineering and Technology/ Tejgoan Women College /BANGLADESH
Patent Laws And Exclusıvıty In Pharmaceutıcals	R. KISHORE, K. VAISHNAVI S. MEENATCHI, V. KEERTHANA	Bharath institute of higher Education and research
AI In Gaming: Creating Immersive Experiences	R. KAMALAM, M. DEVIBALA, Dr S. SELVAM	Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College
The Limitations Of AI In Understanding Human Emotional Experience	K. Naveen RAJAN Dr. S. SELVAM	Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College

27.12.2025 / Hall-8, Session-8			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 ^{00} : 15 ^{00}		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Pr. AMZILE Rajaa*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
AI-Based Chatbots And Virtualassisstants	P. Kavi SRI S. DHARANI Dr. S. SELVAM	Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College
AI Representation In Anime Vs Real-World AI Development	A. JAYASREE K. Yogapriya SIVASANKARI Dr. S. SELVAM	Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College
Future Of Animation: AI In 2D Anime Vs 3D CGI- A Viewer Experience Comparison	P. Sankara NARAYANAN K. Santhosh RAJA Dr. S. SELVAM	Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College
A Smart Automated System For Fake News Detection Using Machine Learning	P. VEERALAKSHMI Dr. S. SELVAM	Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College
The Intersection Of Logistics, Machine Learning, And Digital Public Strategy: A Case Study Of Morocco In The Context Of "Digital Morocco 2030	Pr. AMZILE Rajaa	Mohammed V University
Synthesis, Characterization And Computational Investigation Of 5-Chloro-2-(5-(2-Methyl-1H-Benzimidazol-5-Yl)-1,3,4-Oxadiazol-2-Yl)Aniline	Assiya ATIF Soukaina AMEUR Houssine AIT SIR	Chouaib Doukkali University/MOROCCO
Synthesis And Characterization Of 2,5-Bis(2-(Trifluoromethyl)-1H-Benzimidazol-5-Yl)-1,3,4-Oxadiazole	Assiya ATIF Houssine AIT SIR	Chouaib Doukkali University/MOROCCO
From Displacement to Cultivation: Historical Trajectories of Agrarian Adaptation among Rohingya Refugees in Cox's Bazar (1978–2025)	Mst. Shamima ISLAM Abir HASAN	Khulna University

27.12.2025 / Hall-9, Session-9			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 ^{00} : 15 ^{00}		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Omar BENSATTE*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Nanotechnology in Drug Delivery	N. Arshad AHAMED D. ARAVINDHAN K. Dinesh RAJAN S. Rubin THARA	Bharath institute of higher educational research
Strengthening Public-Private Partnerships for Disease Control in Nigeria: A Review of NCDCs Collaborations with Private Sector Stakeholders	Unamu Emmanuel U., Adekola S.A, Musah Khadijat TOYIN, Bakare Mustapha UMAR, Sodiq Adetunji ADEKOLA	University of Abuja
Long-Term Seawater Immersion Effects on the Microstructural Stability of 304L and 316L Stainless Steels	Omar BENSATTE	Université Moulay Ismail /Morocco
Combined Experimental and Theoretical Analysis of the Physicochemical Attributes of a New Strontium Polyphosphate, α-$Sr(PO_3)_2$	El. MAJDI, S. ZERRAF Said BELAAOUAD	Hassan II University
The Vulnerabılıty Of The Bıoelectrıcal Actıvıty Of The Heart In Older Patıents To The Impact Of Covıd-19	Gadimova Z. M.	Ministry of Science and Education Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan
Enhancing Lung Cancer Classification Through Advanced Data Balancing Techniques	Rajae Bouzidi IDRISSI Nabila ZRIRA	Mohammed V University
Screenıng Of Chılı (Capsicum Annuum L.) Genotypes For Salt Tolerance Based On Morpho-Physıologıcal Traıts	Md. Daraj Uddin PRODHAN	--------
Prevalence Of Irritable Bowel Syndrome (IBS) Symptoms Among Medical And Non-Medical Students	Amr R. HAIDAR, Salem Khaled ABDULRAHMAN, Abdullah Saleh ALI, Walid Abdulmalik BAJASH Amr FARHAN, Abduladeem G.M. Al-SELWI	Ain Shams University/ University Mohammed V/ Hassan First University/EGYPT/ MOROCCO

27.12.2025 / Hall-10, Session-9			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 ^{00} : 15 ^{00}		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: ***Prof. Dr. Sabeeha Hamza DEHHAM***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Valorisation Of Bio-Eggshell Waste For The Synthesis Of Eco-Friendly Caco$_3$@Zn-Al Mmo Core–Shell Nanoflowers As An Efficient Photocatalyst For Enhanced Rhb Degradation Under Visible Light Irradiation	TAJAT Naoual, EL MOUHRI Wail, El HAYAOUI Widad, NADIF Iliass, BAKAS Idriss, TAMIMI Malika, ASSABBANE Ali, QOURZAL Samir	Ibn Zohr University
Thermal Analysis Of Marangoni-Driven Maxwell Nanofluid Flow Over A Porous Rotating Disk	E. O. FATUNMBI, S. A. ODUNLAMI	Federal Polytechnic, Ilaro, Nigeria.
The Effect Of Cultivation Strategy Of Critical Thinking In Developing Writing Skills Of College Students	Prof. Dr. Sabeeha Hamza DEHHAM Assist. Lect. Murtdha Ayad MOHAMMED	University of Babylon/IRAQ
Synergıstıc Effects Of Carbon Sequestratıon On Envıronmental Sustaınabılıty And Dısease Management	Mahmud Sindid IKRAM Sumiya Akter MONI	Bangladesh Agricultural University
Lumo - An Integrated Iot-AI Safety Assistance System For Real-Time Emergency Response	Md Mehedi Hasan NAEEM Mst Kamrunnahar RUMA Nafiza ANJUM, Shakila SULTANA	Jatiya Kabi Kazi Nazrul Islam University
Antiproliferative Effect Of The Crude Venom Of Moroccan Cobra Naja Haje On Brain Cancer Cell Lines	Salma CHAKIR, Reda CHAHIR, Nihal MESMOUDI, Paola INFANTE, Ludovica Lospinoso SEVERINI, Hinde AASSILA, Abdellah MOUSTAGHFIR, Lucia DIMARCOTULLIO, Naoual OUKKACHE	Sapienza University/ Mohammed V University/ITALY/ MOROCCO
Optimized Microwave Extraction Of Olive Seed (Olea Europaea L.): A Comprehensive Study Of Chemical Composition And Biological Activities	Iouknane-Debbou NEDJIMA Meriem ADOUANE Fatiha BRAHMI	Research Center in Agro-food Technologies (CRTAA)/ 2Laboratoire de Gestion et Valorisation des Ressources Naturelles et Assurance Qualité (LGVRNAQ)
Entrepreneurship Education Models For Empowering The Africa Girl-Child	Ndubuisi-Okolo Purity UZOAMAKA Grace Nwanonyigwe AKAEGBOBI Nwafor Euchaira EBELE	Nnamdi Azikiwe University/NIGERIA

27.12.2025 / Hall-11, Session-9			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 ^{00} : 15 ^{00}		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Tasbiul ISLAM*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Management Of Root-Knot Nematode (Meloidogyne Spp.) Of Brınjal By Organıc Amendments	Tasbiul ISLAM Jakaria HOSSAIN Most. Olia Parvin HAPPY	Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University
Identification And Antibiogram Assay Of Streptococcus Spp. Isolated From Cattle Farm Environment	Md. Najmus SAKIB, Annapurnna RAY, Faisal AHMED, Md. Sabbir HOSSAIN, Most. Surya SHARMIN, K. M. Mozaffor HOSSAIN	University of Rajshahi
Assessıng Potentıal Varıables Of Stress Management Among Workıng Adults Of Hıgher Instıtutıons In Ondo State	Omolola Justinah AWOSIKA	Wesley University
Dıetary Dıversıty And Bıofortıfied Crops Among Youth And Women Farmıng Households In Gwagwalada	Okwor Mary IJEOMA Sodiq Adetunji ADEKOLA	University of Abuja
A Qualitative Study On The Social Dynamics Between Pharmacy Shopkeepers And Slum Communities İn Sylhet, Bangladesh	Md Syful ISLA Faria Binte ARIF	Shahjalal University of Science and Technology
Green Infrastructure for Climate-Resilient Urban Growth in Bangladesh: A Conceptual Framework for Policy and Practice	Md. Safiuz ZAMAN Most. AYESHA	Khulna Agricultural University
Translation of Childrens Literature in the AI Era: Preserving Wonder in an Algorithmic Age	Narjes Asgari VARTOONI Fatemeh Aghakhani CHEGENI Mahmoud AFROUZ	University of Isfahan
An Accelerated Fourth-Order Fitted Numerical Approach For Singularly Perturbed Reaction-Diffusion Problems Of Small Time Lag	Amare Worku DEMSIE Awoke Andargie TIRUNEH Endalew Getnet TSEGA	Bahir Dar University/ Woldia University

27.12.2025 / Hall-12, Session-10			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 ^{00} : 15 ^{00}		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: ***Olorunlogbon Sunday Olorunnipa***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Leveraging Youth Led Digital Innovation For Sustainable Community Development In Rural Areas: A Case Study Approach	Olorunlogbon Sunday OLORUNNIPA	Quintessential College
Deep Learning Models For Financial Forecasting: Advancements, Challenges, And Practical Implications	BOUNEFLA Alia ZAID Haizia	National School of Statistics and Applied Economics
The Role Of As Sunnah Foundation In Combating Poverty And Unemployment İn Bangladesh : A Review From The Perspective Of Social Justice	Dr. Muhammad Nasir UDDIN Muhammad Nezam UDDIN	Bangladesh Islami University/ Bursa Uludag University
Good Manufacturing Practice	S. Shakthi SREE, D. ARAVINDHAN, S. SWAPANA, Dr. Lavanya BABU	Bharath Institute of Higher Education and Research ,
Transformative Learning in Higher Education: Unpacking the Role of AI Tutors as Collaborative Pedagogical Partners	Dr. Almas SHOAIB, Dr. Raja Noshad JAMIL, Umair KHAN, Dr. Aisha SAMI Dr. Aqila RAFIQUE	Center of Educational Innovation, UMT
The Life Cycle Assessment of Single-use Plastic Bags: Evaluating Pyrolysis Oil as a Recycling Option of the Circular Economy	Md Abul HUSSAIN Mirza A.T.M. Tanvir RAHMAN Muhammad Tawhidul ISLAM Abdul KADER, Ibne KAMAL M. A. TAHER	Jahangirnagar University
The Modern Translator's Toolkit: The Importance of Matecat, Lokalise, Trados Studio, and Phrase	Narjes Asgari VARTOONI Mahmoud AFROUZ	University of Isfahan
Neurodermatology and Bannayan Riley Ruvalcaba Syndrome: Integrating Dermatological Indicators, Neurological Risks, and Emerging Precision Therapies	Fazna Fara ABDULLA	DTMU, Tbilisi, GEORGİA
Skin Biosensors and Wearable Endocrine Monitoring: A New Frontier in Dermatologic–Endocrine Diagnostics	Fazna Fara ABDULLA Iuri MIGRIAULI	DTMU, Tbilisi, GEORGİA

27.12.2025 / Hall-13, Session-10			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 00 : 15 30		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: ***Moshfiq Momtasir NELOY***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Sustainable Soil Management: How Omfs Improve Microbial Activity And Carbon Sequestration	Zakaria ASBAI Morad KADDOURI Nadia BOUTALEB	Hassan II University/Sultan Moulay Slimane University
Correlation And Heritability Of Morphology And Yield Characteristics İn NERICA Rice Genotypes	Fase O.B Oyekale, J. I	Federal Polytechnic, Ilaro, Ogun State/ Nigeria.
Assessment Of Proximate Composition, Fatty Acid Profile, Lipid Quality And Freshness Of Farmed Black Tiger Shrimp (Penaeus Monodon),Bangladesh	Moshfiq Momtasir NELOY Tasmia Islam KANTA Md. Abul MANSUR	Bangladesh Agricultural University
Neurobiological Mechanisms Through Which Physical Exercise May Slow The Pathophysiology Of Alzheimer's Disease: A Mini-Review	Jihane HILALI, Rochdi DAIBI Anas ANAYOUB, Mariam BEN SAGUA, Lamiae ZEROUAL, Amina El IMAM, Amine ARFAOUI, Bouchra TAIB	Ibn Tofail University/Mohammed VI University/Moulay Ismail University
Wastewater Treatment using Algae for Biofuel Production	Bate Garba BARDE Adamu ABDULLAHI	Federal University
Adsorptive Removal of Methylene Blue onto Activated Carbon Prepared from Bamboo: A Study of Kinetics and Isotherms	EL HANDAOUI EL MEHDI SALIM AHMED ABDERRAHIM JRIFI OMAR FANIDI	Hassan II university
Comparative Study Of The Phytochemical Composition Of Fumaria Parviflora From Three Regions Of Morocco	Salma MAKDOUF Karima El BOUQDAOUI Abdelhakim El MAKSSOUDI Mounia CHERKI	Hassan II University
Hardness, Fracture Toughness And Debye Temperature Of Yttrıum Monopnıctıdes Yx (X = N, P, As, And Sb) From Elastıc Constants	Salah DAOUD Nadhira BIOUD Abdelfateh BENMAKHLOUF	University Mohamed El Bachir El Ibrahimi of Bordj Bou Arreridj
Women's Rights Education in Traditional Societies	Noorjan MOSSAWI	Ahlul bayt international university /IRAN
Enhancing Women's Capacity to Respond to Security Threats	Noorjan MOSSAWI	Ahlul bayt international university /IRAN

27.12.2025 / Hall-14, Session-10			
	ANKARA LOCAL TIME		**MEETING ID:** 844 4053 5966
	13 ^{00} : 15 ^{00}		**PASSCODE:** 450687

HEAD OF SESSION: ***Altiné Toga Hannatou***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Refinement of High-Quality Shidol Production in Bangladesh	Md MONIRUZZAMAN David Rintu DAS Md Saiful ISLAM Md Shariful ISLAM Md Harunor RASHID Anuradha BHADRA	Bangladesh Fisheries Research Institute, Freshwater Station, BANGLADESH
Human Trafficking Scenario in Bangladesh: A Comprehensive Study on Child and Women Trafficking	OHAJIULLAH	University of Rajshahi
Desıgn Of Basın Irrıgatıon System For Pepper In Gonar Ganye, Tudun Wada, Zarıa	Sani Yakubu KHALIFA Usman Idris ABUBAKAR Nura Idris ABDULLAHI Aliyu Adamu DANDAJE Muhammad Mujahid MUHAMMAD	Ahmadu Bello University
Advancements İn Wind Energy Control Systems, Offshore Technologies, And Reliability Improvements	Mariam Aden Abdi ERCAN AYKUT	Gelisim Istanbul University
Electromagnetıc Compatıbılıty	Z. KARI, SHALL, Y. D. DARY J. J. ROUSSEAU	Djilali Liabes University/Jean Monnet,University/FRANCE ALGERIA
Effects of Praise Songs on Doguwa	Altiné Toga HANNATOU	Abdou Moumouni University of Niamey
Adherence To The Medıterranean Dıet And Metabolıc Parameters In Patıents Undergoıng Renal Replacement Therapy In Morocco	Moustakim RACHIDA, Friki FIRDAOUS, Barakat IMANE EL Hendaoui HAJAR, Liba HABIBA Mziwira MOHAMED, Belahsen REKIA	Chouaib Doukkali University//Hassan II University
Bridging Evidence And Practice: Knowledge And Clinical Use Of Non-Speech Oral Motor Exercises Among Speech And Language Therapists In Bangladesh	Kazi Sadia AFRIN	University of Dhaka
Singular Nonlinearities İn Non-Local Elliptic Equations	Y. EL GHALI, J. IGBIDA N. ELHARRAR, A. KADDAR	Chouaïb Doukkali University

27.12.2025 / Hall-15, Session-10			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 ^{00} : 15 ^{00}		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: ***Safir Ullah KHAN***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Effect Of Zinc Oxide Nanoparticles On Mechanical, Magnetic And Dielectric Properties Of Nanocomposites	Safir Ullah KHAN	University of the Punjab Lahore
Perceptıons Of Pensıon Managers And Beneficıarıes On The Nature Of Pensıon Fund Investments In Nıgerıa	Agbeyangi Babatunde ADISA Ogunnusi, Oluwatobi NURUDEEN Salawu Rafiu OYESOLA	Federal Polytechnic/NIGEIRA
AI-Enhanced And Bıst-Drıven Dıgıtal System Testıng: From Early Methods To Nanometer Technologıes	Afaq AHMAD, Sayyid Samir AL BUSAIDI, Hotefa SHAKER Joseph MANI, Vijaya PADMANABHA Basant KUMAR, Rajeev RAJENDRAN	Sultan Qaboos University
Contribution Of Incubation Support Services To Start-Up Success: A Sector-Wise Analysis	M. Amta RANI Dr. Mamta Ranga Tamanna RATHEE	MD University
A Simple Algorithm Based On Zero/Pole Configuration For Designing An IIR Digital Filter	Benabdellah YAGOUBI	Mostaganem University, Algeria.
A Study of the Factors Contributing Towards Employee Attrition in Maruti Suzuki	Kanimozhi. N Dr. Sreeja K.	NSB Academy, Bangalore
Internalization of Harajaon Batak Toba as a Framework for Management Ethics in Christian Religious Education	Abdi Syukur SIAHAAN Yohanes OKTAVIANUS	Universitas Kristen Indonesia
High-Resolution Drought Assessment Using Python-Based Remote Sensing and Sentinel-2 Data	Ziaul Haider CHOWDHURY Md. Osman Gani RASEL Md. Mahfuj Ahmed SIZAN	Mohammad Danesh Science and Technology University

27.12.2025 / Hall-16, Session-10			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 00 : 15 15		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Dr. S. KALAISELVAN*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Design, Synthesis And Anti-Viral Evaluation Of Novel Pyrazoles	Aqsa MUSHTAQ Ameer Fawad ZAHOOR	Government College University
Ultrasound Assisted Synthesis, In Vitro And Computational Investigation Of Triazole Conjugates As Effective Therapeutics Against Tyrosinase	Ameer Fawad ZAHOOR Shagufta KAMAL Muhammad HAROON	Government College University
Recent Methodological Developments For The Synthesis Of Carbazole Scaffolds	Saba MUNAWAR Ameer Fawad ZAHOOR	Government College University
Utılızıng Seasonal Effects Throughout The Sır Approach To Model Dengue Dynamıcs In Bangladesh	Most. Halimatuj SADIA Md. Mojammel HAQUE M. Osman GANI	Bangladesh University of Business and Technology/ Dhaka University of Engineering and Technology/ Jahangirnagar University
ANFIS-Optimized Carbonaceous–TiO_2 Hybrid Nanostructures Synthesized from Plant Bio-Hydrocarbons for High-Performance Energy Storage Applications	Dr. S. KALAISELVAN, Mrs. M. Parveen BANU, Ms. R Catherine Melita BENIN, Ms. M. HARSHAVARDHINI Dr. M. Karthigai PRIYA	Rathinam Technical Campus, Coimbatore, Tamilnadu, India
Machine-Learning-Driven Optimization of Bio-Hydrocarbon–Derived MWCNTs for High-Density Energy Storage in Power Grid Applications	Dr. S. KALAISELVAN, Mrs. M. Parveen BANU, Ms. S. DHARSHNI Ms. B. K. BAVADHARANI Mrs. K. SUJITHA	Rathinam Technical Campus, Coimbatore, Tamilnadu, India
A New Era of Orthognathic Planning — Zero Radiation Required	S. LEPORALE, M. CIANFRIGLIA R. MORAMARCO, V. MARTINI C. MAROCCO, C. BRAMUCCI F. SESTITO, R.REDA, L. TESTARELLI, T. TESTORI, G. PERROTTI	Fondazione Policlinico Universitario Campus Bio-Medico/University of Michigan/University of Milan/Sapienza University/ROMA/USA/ITALY
Three-Dimensional Cephalometric Evaluation of Vertical Craniofacial Architecture	S. LEPORALE, M. CIANFRIGLIA R. MORAMARCO, V. MARTINI C. MAROCCO, C. BRAMUCCI F. SESTITO, R.REDA L. TESTARELLI, T. TESTORI G. PERROTTI	Fondazione Policlinico Universitario Campus Bio-Medico/University of Michigan/University of Milan/Sapienza University/ROMA/USA/ITALY
Wheatgrass Preparation Modulates Antigen Presentation In Acute Leukemia Through Immunomodulation And Epigenetic Mechanisms	Anuraag DASGUPTA, Bandi Moneesha REDDY, Sarnabi BANERJEE Merina ROY, Anushka KUMAR Oishi MUKHERJEE, Roshni BIBI Pradeep R., Melvin GEORGE Koustav SARKAR	SRM Medical College Hospital and Research Centre

27.12.2025 / Hall-17, Session-11			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 ^{00} : 15 ^{00}		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: ***Pooja Somashekhar DASHATTY***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Impact Of Cattaneo - Christov Heat Flux On Mhd Flow Of Non-Newtonian Fluids Over A Stretching Sheet	C. SULOCHANA Pooja Somashekhar DASHATTY	Gulbarga University
Bindu - A Non-Invasive Blood Group Detection System Using Fingerprint	Talha Suhayeb ARKO Nusrhat Jahan SARKER	Daffodil Institute of IT/BANGLADESH
Dynamics Of Hybrid Nanofluid Flow Over A Extending Surface With Non-Uniform Heat Source	C. SULOCHANA H. HUSENAPPA	Gulbarga University
Evaluation Of Bioaugmentation For The Removal Of Heavy Metals From Brassware Effluents İn The City Of Fes, Morocco	Imane ZOUFRI, Malika AMMARI Abdelhadi MAZRHA, Mohammed MERZOUKI Amina BARI	Mohamed Ben Abdellah University
Unleashing the Value of Talent Management Strategies in Digital Transformation and Growth of Service Firms	Jawad MAHROOF, Faheem Ahmad KHAN, Muhammad Umer QUDDOOS, Muhammad BASIT Abdur RAHIM	National Defense University//Bahauddin Zakariya University/COMSATS University Islamabad/California State University
Innovation, Culture, and Society: Interdisciplinary Perspectives for a Changing World	Dr. Nishi TYAGI Vaishali SHARMA	Modern College of Professional Studies, Ghaziabad, Uttar Pradesh, India
Assessıng The Impact Of The Natıonal Currıculum Framework 2021 On Secondary Students' Learnıng Outcomes: Bangladesh Perspectıve	Muhammad Tanvir AHMMED Dr. Muhammad Nasir UDDIN Fahim SHAHRIER	Birshrestha Noor Mohammad Public College, Dhaka, Bangladesh
Performance Optimization Of Quasi-2d $(Ba)_2(Ma)_2Pb_3I_{10}$ Perovskite Solar Cells: A Comparative Tcad Study Of Niox, Ptaa, Cul, And Spiro- Ometad As Htl Materials	Mohammed Anes Belbachir Hichem ROUIGUEB, Oussama AMMOUR, Mohammed KHAOUANI, Abderrahmane Zakarya DJENNATI	University of Aboubekr Belkaid/ALGERIA
Energy-Efficient And Low-Emission Manufacturing Of Iron Tailings Based Geopolymers Through Microwave Curing For Green Applications	Y. BALLOUT, Y. EL MIZ H. EL HAROUACHI Y. EL MIZ, D. AHOUDI M. ELGETTAFI, R. HAKKOU M. LOUTOU	University Mohammed first/Cadi Ayyad University

27.12.2025 / Hall-18, Session-11			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 ^{00} : 15 ^{15}		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Rukayya Ibrahim TUKUR*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Digital Innovations In Construction Procurement And Their Impact On Quantity Surveyors	Rukayya Ibrahim TUKUR	College of Environmental Studies Hassan Usman Katsina Polytechnic
Isolation, Characterization And Therapeutic Applications Of Bacteriophages Against Pathogenic Bacteria Of The ESKAPE Group	Imane ELBELGHITI, Noureddine SLIMANI, Zohra LEMKHENTE Fatima BOUBRIK, Ahmed BELMOUDEN	Ibn Zohr University
A Machine Learning-Based Approach For Automated Fake News Detection İn Online Media	P. VEERALAKSHMI Dr. S. SELVAM	Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College
Global Research Trends In Flipped Learning: A Comprehensive Bibliometric Analysis Across The SDG Era (2015–2026)	Md. Akash RAHMAN Ashraf Jaman PARBEZ Md. Shawan UDDIN Phd	University of Rajshahi
The Dawn Of Defined Collagen: Utılızıng Unnatural Amıno Acıd Incorporatıon For Hıghly Stable, Non-Immunogenıc Carrıers In Cosmeceutıcals And Drug Delıvery	Varshini VIJAYARANGAM Rekha RAVINDRAN	Rajalakshmi Engineering College/INDIA
Rewards and Recognition as Drivers of Employee Retention: A Human-Centred Study	Ms. Adhithya M. N. Mr. Jayashankar.J	DC School Of Management And Technology, Trivandrum, Kerala, INDIA.
Unmaskıng The Margıns: A Bıblıometrıc Analysıs Of Geographıcal Bıas In Afrocentrıc Archıtectural Research And Pathways To Pan-Afrıcan Equıty	A.H. Dadum, U.M. Bashir A.K. Sarkile, A.Y. Muhammad A.B. Shaba, M. Chukwuma-Uchegbu S. Umar, A.Y. Shinga A.I. Alkali, G.H. Malachi	Gombe State University (GSU) /Abubakar Tafawa Balewa University (ATBU) / Federal University of Technology Minna/Federal University of /Technoloy Owerri (FUTO)
Feasıbılıty Of Usıng Rıce Straw Bale As A Wallıng Materıal For Sustaınable And Affordable Low-Cost Mass-Housıng In Gombe Metropolıs, Nıgerıa	A. H. Dadum, S.O. Ayo-Odifiri W. G. Brisibe, A. Ebekozien C. Aigbavboa, I.H. Dadum	Abubakar Tafawa Balewa University/University of Johannesburg/Rivers State University/ Gombe State University
Investigating The Settlement Displacement In The Boropukuriya Coal Mining Area	Towhid Mursalin SHIFAT Md Rahedul Islam RAHE	Pabna University of Science and Technology
Accessible Ar For Efl Learners In The Global South: Bridging Digital Inequalities Through Low-Cost Pedagogies	Khaoula DJETNI	University of Jijel, Algeria

27.12.2025 / Hall-19, Session-11			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 00 : 15 15		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: ***Dr. Akram Uzzaman***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Detective Of Crime And Deviation, Family Relations İn The City And Their Role İn The Spread Of Violence İn İt	Amara Sahraoui	School for the Deaf and Mute, Khenchela, Algeria
Potential Of Biomaterials Derived From Agricultural Waste For The Treatment Of Hospital Effluents: Application To Date Pits And Cloves	SAYERH Fatimazahra MOUHIR Latifa SAAFADI Laila	Hassan II University
Assessing Cognitive Functioning and Basic Concept Development in Children with Autism and Typically Developing Children	Soyed Rakibuzzaman Roky Dr. Akram Uzzaman Akhi Akter Dola Al Amin Shuvo Rakibul Islam Jehad Sagota Deb	Jagannath University
Development and Optimization of an Integrated Solar Desalination System with Thermal Storage and Energy Recovery	Badre Zinaoui Pr.Labjar Najoua Pr.EL Hajjaji souad	Mohammed V University
Stability Analysis of a One-Dimensional Elastic System with Double Porosity and Visco- Porous Dissipation	Aicha NEMSI Hana MERAH	University of El Oued
Analysis of Steady MHD Mixed Convection with Streaming Potential in Cu, SnO_2, and SiO_2 Nanofluids:	Usman S Rilwan Michael O Oni	Ahmadu Bello University
Serological Profile (Anti-CCP and Rheumatoid Factor) for the Diagnosis of Rheumatoid Arthritis in Patients from the Batna-Region, Algeria	Djahida BENHOUDA Afaf BENHOUDA Mourad HANFER	Université Batna
Sukuk al-Safar: A Conceptual Framework for Shariah-Compliant Financing in Green Tourism and Sustainable Economic Empowerment	Muhammad Masud Parves Zahiduzzaman Zahid	University of Dhaka/ University of the Cumberlands/
Explorıng The Role Of Chatgpt In Computer Scıence Educatıon: A Lıterature Revıew On Advanced Educatıonal Technology	Moses Adeolu AGOI Ismail Olaniyi MURAINA Solomon Onen ABAM Bashir Oyeniran AYINDE Wasiu Olatunde OLADAPO	Lagos State University

27.12.2025 / Hall-20, Session-11			
	ANKARA LOCAL TIME		**MEETING ID:** 844 4053 5966
	13 ^{00} : 15 ^{15}		**PASSCODE:** 450687

HEAD OF SESSION: ***Dr. Priya Vinod***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Dıagnosıs And Improvement Of Concrete Block Properties: A Case Study In Tlemcen, Algerıa	Samir BELMAHİ Abdelmoutalib BENFRİD Ibrahim KLOUCHE DJEDİD	University of Sidi belabes/ University of Tiaret/ALGERIA
Astrocytic Calcium Waves As Therapeutic Targets: Redefining Early Intervention Strategies İn Neurodegenerative Diseases	Faazil Mohmadrafi Mansuri Sagarika Bhagatkar	David Tvildiani Medical University, Georgia/Caucasus Medical University, Georgia
Why is Bloom's taxonomy important	HASSAN ZARIOUH TARIK RHARMAOUI MOUNIA MOUZOURI	Director of Regional Academy of Education and Training of the Oriental/Morocco
Photocatalytıc Degradatıon Of Methylene Blue And Congo Red Usıng A Sıo2-Ag Based Catalyst: Preparatıon, Characterızatıon, And Reactıvity	LEBOUKH Badra LAHCENE Driss ADJDIR Mahdi	Université Tahri Mohamed Bechar
Synthesis of active $NiCl_2$ nanoparticles supported on chitosan as a reusable catalyst for the synthesis of functionalized pyridine derivatives	Taoufyk Azzeddine Mahfoud Agunaou Lahoucine Bahsis	Université Cadi Ayyad
Structure-Based Drug Repurposing To İnhibit The DNA Gyrase Of Mycobacterium Tuberculosis	Balasubramani G L Rinky Rajput Manish Gupta Pradeep Dahiya Jitendra K Thakur Rakesh Bhatnagar Abhinav Grover	Jawaharlal Nehru University/ Banaras Hindu University
"The New Archıtecture Of Dıgıtal Influence: How Socıal Search, Short-Form Vıdeo, And Faceless Content Are Reshapıng Consumer Engagement"	Dr. Priya Vinod Dr. Melvin Victor	Christ University
Households Poverty Influence On Youth Behavıour In Ogun State, Nıgerıa	Adelakun O.E Odetola O.	University of Ibadan
Comparative Analysis Of Genetic Disorders Using Machine Learning Algorithms	Mohammed Amaan Santosh S. Patil	VSK University

27.12.2025 / Hall-21, Session-11			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 00 : 15 15		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: ***Dr. Ayesha Batool***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Composıtıon And Dıstrıbutıon Of Aquatıc Insects In Relatıon To Water Qualıty Of Saru Lake, Gummı Local Government Zamfara State	Lauwali Yusuf I.O. Obaroh B.J. Danjumma Iliya Ibrahim	Abdullahi Fodiyo State University of Science and Technology
Exploring The Psychological Implications Of Hyper Reality On Young Adults İn The Era Of Social Media: A Critical Analysis For Mental Health	Hina Shahid Abdul Manan Dr.Ayesha Batool	University of Punjab Lahore. University of Agriculture, Faisalabad.
Mapping The Conceptual Structure Of Euro Adoption Literature, A Multi-Method Bibliometric Analysis Of Key Research Themes	Gıurgı Ana – Marıa	Alexandru Ioan Cuza University Of Iasi/Romanıa
Architecture, Environmental Externalities, And Economic Policy For Sustainable Cities	Melik Sami Khelil Sara Tallal Abdel Karim Bouzir	Mohamed Khider Biskra University
The Trade-Off Between Economic Growth And Environmental Architecture İn Developing Regions	Melik Sami Khelil Sara Tallal Abdel Karim Bouzir	Mohamed Khider Biskra University
The Green Waqf: Financing Eco-Architecture Through Islamic Endowments	Melik Sami Khelil Sara Tallal Abdel Karim Bouzir	Mohamed Khider Biskra University
Islamic Economic Principles İn Eco-Mosque Architecture: A Path To Sustainability	Melik Sami Khelil Sara Tallal Abdel Karim Bouzir	Mohamed Khider Biskra University
Economic Viability Of Vertical Farming İn Urban Architecture: A Sustainability Perspective	Melik Sami Khelil Sara Tallal Abdel Karim Bouzir	Mohamed Khider Biskra University
Embedding Circular Economy Principles İn Architectural Design For Sustainable Cities	Melik Sami Khelil Sara Tallal Abdel Karim Bouzir	Mohamed Khider Biskra University

27.12.2025 / Hall-22, Session-11			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 00 : 15 15		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: ***Dr. Mehdi Shalchi Tousi***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Radionuclide Mobility And Transfer Dynamics İn Semi-Arid Moroccan Agroecosystems	Zineb ELABOUDI Samira EL AOUIDI Radouan SAADI Azzouz BENKDAD Zineb EL Mouridi Abdelmourhit LAISSAOUI Abdelaziz MADINZI Salah SOUABI1	University Of Hassan II Casablanca
Mındset Of Students And Parents Towards Practıcal Agrıculture As Perceıved By Secondary School Admınıstrators In Borno State, Nıgerıa	Usman Abdullahı Abba Gambo Jamaji Dogo Samuel	Agricultural Technology Federal College Of Horticulture Dadin – Kowa Gombe State
Climate And Meteorology İn Civil, Environmental, And Architectural Engineering: Implications For Sustainable And Climate-Resilient Design	Dr. Mehdi Shalchi Tousi	Ahle Beyte Internatinal University/Iran
Media and Crisis Management: Strategies for Effective Communicationrtificial	Mariam Vekua	Caucasus International University/GEORGIA
Academic Performance And Financial Stress As Student Dropout Predictors: Evidence From A Secondary Data	Md Shahanur Hosen[1], Mst Sumaiya AKter 2 ,Pranto Roy	Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University
Utilizing Artificial Intelligence İn Human Resource Management For Transforming Secondary Education İn Nigeria	Umar Muhammad BURWA PhD Rabi'u MUHAMMAD PhD	Northwest University/Maryam Abacha American University
Embracıng Artfıcıal Intellıgence And Dıgıtal Connectıvıty For Managıng Odl And Teachıng Learnıng Resources In Nıgerıan Unıversıtıes	Umar Muhammad Burwa Phd Rabi'u Muhammad Phd	Northwest University/Maryam Abacha American University
Desıgn And Development Of Novel Approach For Fıle Sharıng For Securıty Usıng Blockchaın Technology : Lıterature Revıew	Deepak Bansal	Indian Institute of Finance, Greater Noida, India
Thermo-Optıc Tunıng Of Polymer Fıber Sensors: Investıgatıng The Impact Of Sub-T G , Near-T G , And Post-T G Heat Treatments On Band Gap And Reflectıon Intensıty	AL AMIN MOHD ZAMANI ZULKIFLI	Islamic University MALAYSİA

27.12.2025 / Hall-23, Session-11			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 00 : 15 15		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: ***Dr. Md. Ferdous Alam***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Environmental Isotopic And Chemical Assessment Near The Rooppur Nuclear Power Plant	Asif Ahmed Redowan Dr. Md. Ferdous Alam	Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University
3D Numerical Assessment Of Heat Extraction Enhancement İn PVT Collectors Using Nanofluid-Cooled Channels	Mouad Benaicha Mohammed El Goual	Mohammed 1st University
Enhancing Housing Quality İn Traditional Urban Cores: Insights From Ado-Ekiti, Nigeria	Omoniyi Sunday Samuel	Olabisi Onabanjo University
The Influence Of Culture And Religion On Childhood Immunization Usage: A Systematic Review	Afolayan, Moyosore Omotola Ozturk Candan	Child Health and Disease Nursing, Nicosia, TRNC
Spectral And Keller Box Analysis Of MHD Casson Fluid Flow With Temperature-Dependent Transport Properties And Viscous Dissipation Over APermeable Stretching Surface Embedded İn Porous Media	Vishwanath B. Awati Sachin S. Muchandi	Rani Channamma University/INDIA
Temperature Dependent Tensile Strength Additive Mixed Warm Mix Asphalt	Lokesh Gupta Shubhangi Agarwal	Sir Padampat Singhania University
Assessment of Plankton Assemblage and Water Quality of River Jega	Abubakar Yahaya	Kebbi State University
Inclusion İn Higher Education Through Sign Language Interpreters: Challenges And Opportunities	Sidra Bano Dr Irfan Bashir Prof Dr Yasira Waqar Dr Afshan Naseem Prof Dr Rizwan Akram Rana Dr Almas Shoaib Dr Aisha Sami Dr Abdul Malik Dr Aqila Rafique Ms Fareeha Sherazi Ms Yasmin Zohaib	University of Management and Technology
A First Kap Assessment And Microbiological Profiling Of Street Food İn Marrakech, Morocco	Morad Kaddouri , Omar Ait El Alia Khalid Boutoial	Sultan Moulay Slimane University

27.12.2025 / Hall-24, Session-11			
	ANKARA LOCAL TIME		**MEETING ID:** 844 4053 5966
	13 ^{00} : 14 ^{45}		**PASSCODE:** 450687

HEAD OF SESSION: ***Dr.Rajaa.DIANY***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Integrative Approach To The Chemodiversity And Antifungal Power Of Macroalgae From The Coast Of El Jadida: Towards New Fungicidal Biomolecules	**Nouzha Baki Senhaji Houda EL Yacoubi Aboukhalaf.A Atmane Rochdi**	**Ibn Tofail University**
Tensor-Based Machine Learning For Mixed Radiation Separation	**Imane Ahnouz**	**Mohammed V University**
Development Of Nanocellulose Extracted From Agricultural Waste As Additive İn Epoxy Composites	**Mohamad Nurul Azman Mohammad Taib**	**University of Malaya/MALAYSIA**
Productıon And Characterızatıon Of Carbon Nanotubes From Bıochar Under Mıcrowave Irradıatıon	**Faisal Nazir**	**THE UNIVERSITY OF AGRICULTURE**
The Mental Health Of Unıversıty Students	**Phạm Thu Hằng**	**People's Police Academy**
Statistical Analysis Of Extraction The Natural Red Dye Madder	**Dr:Rajaa.DIANY**	**Sultan Moulay Slimane University/ Chouaïb Doukkali University**
The Role Of Management Accountıng In Profıt-Makıng Organızatıons: A Case Study Of Ahman Pategı Unıversıty, Kwara State, Nıgerıa	**Umar Baba Shaaba**	**Ahman Pategi University**

27.12.2025 / Hall-25, Session-11			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 ^{00} : 15 ^{00}		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: ***Sunday Olorunlogbon Olorunnipa***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Personalized Nutrition Using Gut Microbiome Profiling: A New Frontier in Optimizing Athletic Performance and Recovery	Mr Shiv Kumar Ms Teena Pangtey	Lecturer in Physical Education ,Directorate of Education GNCT
Transformıng The Taxpayer Complıance Program Wıth A Gamıfıcatıon And Dıgıtal Reward Approach To Optımıze Income Tax Receıpts	Sindi Karmila Putri Marshella Divva Zalfa Nazwa Kusuma Meisy Nabila Mutia Sari	Universitas Lampung
Multi-Omics Profiling Unveils UBE2C, MCM2, AURKA, And TP53 As Core Regulatory Hubs Of Interconnected Oncogenic Networks İn Women's Breast, Ovarian, And Endometrial Cancers	Md. Shafiqul Islam	University of Rajshahi
Mathematical Modelling of Contraceptive Use and Behavioral Dynamics in Population Growth Control	Agbo Christiana Ene Abah Roseline Toyin, Ayinde Muhammed Abdullahi and John Chuseh Ahmadu	University of Abuja, Nigeria
Green Synthesis of Zinc Oxide Nanoparticles and Their In Vitro Biological Activities	Kongara Gnaneswari A. Pavithra M. Bhargavi T.K. Padmaj	Sri Padmavathi Mahila Visvavidyalam, Tirupathi/ Apollo University
The Impact Of Income Tax Rates On Publıc Welfare And The Busıness World	Wayan Diana Anisa Nur Asyifa Salsyah Aura Fitri Reinjani Isadora Zonata	UNIVERSITY OF LAMPUNG
Design And Discovery Of Potent 1,2,4-Triazole Derivatives Against Hepg2 Cancer Cells	Zainib Razzaq Samreen Gul Khan Fozia Anjum Kiran Aftab Mehr un Nisa	Government College University/ University of Lahore,
Administrative Officers As Drivers Of Organizational Development: An Analysis Of Their Strategic Roles İn The Public Sector	Sunday Olorunlogbon Olorunnipa	Quintessential College,

27.12.2025 / Hall-26, Session-11			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 ^{00} : 14 ^{45}		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: ***Palash Kumar Das***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Empowering Women İn The Digital Age: Opportunities, Challenges, And Global Partnerships	Samina kouser	Ahlul-Bayt International University Tehran
An Application Of Mixed-İnteger Linear Programming To Minimize The Cost Of University Students Required Basic Nutritional Requirements	Palash Kumar Das	Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University
A Thiophene-Modified Carbazole Monomer: Synthesis, Electrochemical Behavior, And Conjugated Polymer Formation	Assala Marir Mounia Guergouri Rafik Benseguenı	Frères Mentouri University/ Mohamed Cherif Messaadia University
"In Situ Preparation Of 3d Flower Like Biobr/Bi24o31br10 Composite By Annealing Hydrothermal Method For The Ciprofloxacin Degradation Under Simulated Sunlight İrradiation"	L. Mllaoiy , S. Bikerchalen B. Akhsassi B. Bakiz S. Villain A.Taoufyq F. Guinneton H.Hajjoulc J-R Gavarri b A. Benlhachemia	Université Ibn Zohr/ Université d' Aix Marseille/ Université de Toulon/FRANCE/MOROCCO
Bayesian Approaches To Flexible Hazard Modeling For Survival Data With Time-Varying Covariates İn Stan	Mohsin Khan Mohammad Parvej Athar Ali Khan	Aligarh Muslim University
Climate Dynamics and Territorial Vulnerabilities in Northeastern Algeria	Abderrahmane ZIARI Pr Abderrahmane MEDJRAB	University of Science and Technology Houari Boumedienne
On Sliding Window Statistical Convergence of Generalized Fractional Difference Sequences in Intuitionistic Fuzzy Normed Spaces	Dr. SK Ashadul Rahaman	VIT-AP University

27.12.2025 / Hall-27, Session-11			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 ^{00} : 15 ^{00}		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: ***Bibi Sayeda Sayedi***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Effectiveness Of The Government Internal Control System (SPIP) Through Inspectorate Supervision İn The Eastern Luwu District Government, Indonesia	Hilyatul Jannah Nuryanti Mustari 2 , Lukman Hakim 3 , Nur Suqya Rahma	Muhammadiyah University of Makassar
Synergizing DeepTech and Blockchain: Unlocking the Future of Decentralized Innovation	Mrs. Sujata Dhananjay Sathe, Dr. Sahebrao N.Shinde	Savitribai Phule Pune University
Mental Health Challenges of Badakhshan Women in Remote Areas	Bibi Sayeda Sayedi	Ahlul-Bayt International University
Assessing Land Use/Land Cover Dynamics and Their Effects on Ecosystem Service Values: A Spatio-Temporal Approach in Mila, Algeria (1994–2024)	Imane Souici Zakaria Zouak Chaouki Benabbas Benzid Yacine Faisel TOUT Abdallah LALMI	University of Constantine
The Role of Christian Religious Education Teachers in Shaping the Character of Junior High School Students in the Digital Era	Ivander Simanjuntak Kaleb Samalinggai	Universitas Kristen Indonesia
Cultural Influences on Pregnancy Care among Rural Women in Bangladesh: An Application of the Health Belief Model	Md Mostafizur Rahman Tohmina Nasrin Mitu Mst. masuma Shimu Nesar Ahmed	University of Rajshahi
Hyper-Decentralized AI Swarms for Exogalactic Surveying	B.DHARSHINI Dr.S.Selvam	Nadar College Nagamalai
First-Principles Insights İnto Double Perovskite Hydrides K 2 Mgcoh 6 And Rb 2 Mgcoh 6 For Next-Generation Hydrogen Storage	Hmad Fatihi Hakima Ouhenou Hamza Benaali Abderrahmane Abbassi Moha El Idrissi S. Taj B. Manaut	Sultan Moulay Slimane University/ Sidi Mohamed Ben Abdellah University

27.12.2025 / Hall-1, Session-1			
	ANKARA LOCAL TIME		**MEETING ID:** 844 4053 5966
	13:30 16:00		**PASSCODE:** 450687

HEAD OF SESSION: ***Dr. Anam Afzal***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Maternal Care Risk Factors During Prenatal And Postnatal Conditions İn Pakistan: Challenges And Strategies	Dr. Anam Afzal Dr. Asma Seemi Malik Dr. Amjad Mahmood	Punjab College of Information Technology/Lahore College for Women University
Lethal Autonomous Weapons Systems (Laws) And State Sovereignty: Ethical And Legal Challenges	Dr. Tahir Qureshi Ms. Khanam Afreen Dr. Shaeyuq Ahmad Shah	Deemed University/Bihar University
Zinc İnfluence On Structural, Optical And Photoluminescence Properties Of Sno 2 Nanostructures Synthesized Via Solution Combustion Technique	Nishu Rani	Indira Gandhi University
Second-Law Analysis Of Magneto-Bioconvective Marangoni Maxwell Nanofluid Flow Over A Porous Rotating Disk	E. O. Fatunmbi S. A. Odunlami J. K. Odeyemi	Federal Polytechnic Ilaro
Desıgn And Fabrıcatıon Of Compressed Natural Gas (Cng) Powered Groundnut Shellıng Machıne	Samson A. Odunlami	Federal Polytechnic Ilaro
Sarcopenia And Cognitive Impairment: Mechanisms Of The “Muscle-Brain Axis” And Therapeutic Perspectives	Vince Fazekas-Pongor Andrea Lehoczki Eszter Pázmándi Mónika Fekete	Semmelweis University/Budapest
Biopharmaceuticals: Recent Advancements And Emerging Challenges	V.Ranjani Dr. R. Srinivasan Dr. R. Devi	Bharath Institute of Higher Education and Research
The Role of Probiotic Supplementation in Alcohol Craving: Behavioral and Neurochemical Correlates	Huma Ikram Darakhshan J. Haleem	University of Karachi

27.12.2025 / Hall-2, Session-1			
	ANKARA LOCAL TIME		**MEETING ID:** 844 4053 5966
	13:30 16:00		**PASSCODE:** 450687

HEAD OF SESSION: ***Abubakar Umar Birnin-Yauri***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Physics-Informed Neural Network–Enabled Design and Optimization of Borate Bioactive Glasses	Pavan Kumar Potuganti Rajani Indrakanti	VNR Vignana Jyothi Institute of Engineering and Technology
Impact Of Envıronmental Stress On Secondary Metabolıte Productıon: A Revıew	Ahmed Attahiru Abubakar Umar Birnin-Yauri Bashar Attahiru	Kebbi State University of Science and Technology/Federal College of Education
Clımate Change And Its Effects On Phytochemıcal Composıtıon Of Tropıcal Plants: A Revıew	Ahmed Attahiru Yusuf Haruna Bashar Attahiru	Kampala International University/ Kebbi State University of Science and Technology/Federal College of Education
Peran Pajak Penghasılan Dalam Sısıtem Perpajakan Modern	Zikry Ibnu Ariefandi Robi Ramadhan	Universitas Lampung
The Current Trend Of Tuberculosis İn The 21st Century: A Mini Review Study	Babatope Sunday Meduteni Adekola Saheed Ayodeji Musah Khadijat Toyin Bakare Mustapha Umar Sodiq Adetunji Adekola	University of Abuja
Synthesis And İndustrial Applications Of Bionanomaterials: An Update	Ghazala Yunus	University of Hail/SAUDI ARABIA
Predictive Modelling Of Soil Fertility Using Machine Learning And Wireless Sensor Networks	Amadi Oko Amadi Okpo Charles Nnanna Osita Ngozika Ann Akwu Idachaba Andrew	Electronic Engineering Technology Akanu Ibiam Federal Polytechnic
Analytical Solutions Of The Fuzzy Fractional Differential Generalized Bagley-Torvic Equation Via Ψ-Caputo Gh-Differntiability	Ghafari Aissam Aziz El Ghazouani M'hamed Elomari	Sultan Moulay Slimane University

27.12.2025 / Hall-3, Session-2			
	ANKARA LOCAL TIME		**MEETING ID:** 844 4053 5966
	13:30 16:00		**PASSCODE:** 450687

HEAD OF SESSION: ***Dr. Qader VAZIFEH DAMIRCHI***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Analytical Solutions Of The Fuzzy Fractional Differential Generalized Bagley-Torvic Equation Via Ψ-Caputo Gh-Differntiability	Ghafari Aissam Aziz El Ghazouani M'hamed Elomari	Sultan Moulay Slimane University
Analyzıng The Role Of Perceıved Organızatıonal Justıce In Strengthenıng Organızatıonal Commıtment Among Employees Of Small And Medıum-Sızed Enterprıses In Iran	Dr. Qader VAZIFEH DAMIRCHI Dr. Barad VAZIFEH	Tarbiat Modares University
Mathematıcal Modellıng On Waste Water Management Of An Oxıdatıon Pond	Sathisha A B, Ashwini M Rao K S Basavarajappa	Government First Grade College/ Bapuji Institute of Engineering and Technology
Evaluation Of The In Vitro Antioxidant And Antidiabetic Activities Of Quinoa (Chenopodium Quinoa Willd.) Seed Extracts And The Quantification Of Their Bioactive Compounds	Zaina Idir Rhizlane Abdnim Soukaina Terroufi Ilham Abidi Fatima Aouinti Nadia Gseyra	Mohammed First University/ Hassan II Institute of Agronomy and Veterinary sciences
Peran Penyuluh Kehutanan Dalam Mendukung Peningkatan Pendapatan Masyarakata Sekıtar Hutan (Study Kasus Taman Hutan Raya Wan Abdulrachman)	Farhad Maryan Saputra Christine Wulandari Pitojo Budiono Eny Puspasari	Universitas Lampung
Bacıllus Anthracıs; Implıcatıons As A Bıoweapon	OLUWASEUN GRACE OLADIPUPO EMMANUEL TOMISIN BELLO	KWARA STATE UNIVERSITY
Cırcular Economy-Based Constructıon Optımısatıon: Technology, Practıce, And Polıcy In Chına And Nıgerıa	Barau Amir Sulaiman Tongsheng Zhang Kazeem Ibraheem Ajadi	South China University of Technology/ Jiangsu University of Science and Technology/ Ahmadu Bello University/CHİNA/NİGERIA
Advancing Food Safety in Artificial Intelligence: Current Progress, Challenges, and Future Directions	Babita Gupta	Integral University

27.12.2025 / Hall-4, Session-2			
	ANKARA LOCAL TIME		**MEETING ID:** 844 4053 5966
	13:30 16:00		**PASSCODE:** 450687

HEAD OF SESSION: ***Prof. Dr. BANOUISSE El HABIB***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Analysis Of Steady Mhd Mixed Convection With Streaming Potential İn Cu, Sno_2, And Sio_2 Nanofluids:	Usman S Rilwan Michael O Oni	Ahmadu Bello University
Climate-Responsive Selection Of Thermal Insulation Materials For Energy-Efficient Tertiary Buildings İn Meknes	Ayoub.Bouchark Hicham.Kaddouri M.C. EL BOUBAKRAOUI A. EL BAKKALI	Moulay Ismail University
An Ab-İnitio Study Of Physical Properties Of Bexh 3 (X = Pd, Ag, And Cd) Perovskites Hydrides For Hydrogen Storage Applications	Hamza BENAALI Hmad FATIHI Abdellah TAHIRI Mohamed NAJI	Sidi Mohamed Ben Abdellah University/ Sultan Moulay Slimane University
Study Of İnsulation Scenarios Using An Ecological Material As A Sustainable Solution For Comfortable And Efficient Buildings: The Case Of Moroccan Buildings	Hicham Kaddouri Ayoub Bouchark	Abdelmalek Essaadi University/ Moulay Ismail University
Machınıng Integrıty And Mechanıcal Performance Of Novel Kevlar-Pumıce Sandwıch Polymer Composıte	Vineet Tirth	King Khalid University/SAUDI ARABIA
Exıstence, Unıqueness, And Stabılıty Of Solutıons For Nonlınear Ψ-Caputo Fractıonal Dıfferentıal Equatıons	Prof. Dr. BANOUISSE El HABIB Prof. Dr. M'HAMED ELOMARI Prof. Dr. AZIZ EL GHAZOUANI	Sultan Moulay Slimane University
An Ambedkarite Analysis Of Dhadak 2 And The Politics Of Dalit Vulnerability İn Contemporary Hindi Cinema	Dr. Raf Raf Shakil Ansari	Sharda University
Investigation Of Quantum Confinement–Induced Band Gap Variations İn Synthesized Quantum Material	Rajani Indrakanti Poonam Upadhyay	VNR Vignana Jyothi Institute of Engineering and Technology/

27.12.2025 / Hall-5, Session-2			
	ANKARA LOCAL TIME		**MEETING ID:** 844 4053 5966
	13:30 16:00		**PASSCODE:** 450687

HEAD OF SESSION: *Prof. Dr. Imad Abed Hamza Al-Atabi*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Extremism According And The Effectiveness Of Realistic Counseling To Reduce The Cognitive And Emotional Components	Prof. Dr. Imad Abed Hamza Al-Atabi	Al-Muthanna University
Effect Of Hydrostatic Pressure On The Radiative Current Density Of Algan/Gan Multiple Quantum Well Laser Diodes	Rajab Yahyazadeh Zahra Hashempour	Islamic Azad University
Copper-Catalyzed Synthesis, Bioactivity, and In Silico Study of 1,2,3-Triazole Hybrids	Muhammad Ibrahim Ummy Rubab Asma Parveen	Government College University
Nanoscale Synergy of Polymers and Metal Nanoparticles in Plant-Mediated Diabetic Wound Dressings	Saranya A Dr. T. G. Nithya Murugesan Kamaraj	SRM Institute of Science and Technology
Entrepreneurship or Employment? A Phenomenological Inquiry into the Lived Experiences of Entrepreneurship Students' Career Decision-Making	Mark Anthony N. Polinar Imie Jasmin L. Flores Christopher Z. Rodriguez Leah E. Aguas	Mabolo National High School
A Study of Clinical Reasoning of Medical Students of Fasa University of Medical Sciences in Clinical Environments and Its Relationship with Problem Solving in 2024-2025	Nasrin Shokrpour Shadab Moslehi Mahbubeh Pedram	Shiraz University
Adoptıon Of Artıfıcıal Intelligence Tools In Anımal And Veterınary Scıence In West Afrıca: Evıdence From Nıgerıa On Use, Barrıers, And Impacts	Dr. Emmanuel U. ANASO	Federal University of Agriculture
Factors Impact On Consumers' Onlıne Food Purchase Behavıor In Can Tho Cıty Vıetnam	Tien Dung KHONG Thuy Duong VU Do Nhu Loan NGUYEN	Can Tho University

27.12.2025 / Hall-6, Session-3			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13:30 16:00		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: ***Clementina Hashimu Bulus***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Analysis Of The Implementation Of Final Income Tax Rates For Msmes On The Growth Of Micro, Small, And Medium Enterprises	Nadia Safira Meisyifa Nur Nabila Harry Fadilla Yusuf Meilisa Sarah	University of Lampung
Effect Of Feedback On Students' Achievement In Economics In Senior Secondary Schools In Jos North, Plateau State, Nigeria	Clementina Hashimu Bulus Buhari Garba	University of Jos
Effects Of Constructive Play Strategy On Primary Two Pupils' English Language Skills Achievement İn Maiduguri Metropolis, Borno State, Nigeria.	Hauwa Samaila Mary P. Haggai (PhD) Jacob Omede (PhD)	University of Jos
Diagnostic Pathology İn The Era Of Artificial Intelligence: The Pros And Cons	Ochuko Orakpoghenor	University of Abuja
Heritage Resources And Tourism Development In Southwestern Nigeria: Focussing On Challenges And The Way Forward	Dr. Akintunde John Oloidi Dr. Okechukwu O. Anozie Dr. Emmanuella U. Anozie	University of Nigeria
Biotechnological Potential Of Mentha Piperita L. Extract In Enhancing The Nutritional And Physicochemical Quality Of Postharvest Tomato	Houari Fatima Zohra Gaouar Naila Mechaala Sara Houari Hakima Yahia khelaf	University of Batna/University of Oran/ El Oued University
Effects Of Phenols, Flavonoids, And Saponins From Boss Yam Peels (Dioscorea Rotundata) On Aflatoxin Producing Fungi.	Odu Nwamaka Maureen Ganiyu N. Joan	Federal University of Technology
Technology Investment And Performance Of Banks İn Era Of Disruptions İn Nigeria	Mayah, Eunice (PhD) Onuigwe, Gladys Chiebonam (PhD)	Federal College of Education

27.12.2025 / Hall-7, Session-3			
	ANKARA LOCAL TIME		**MEETING ID:** 844 4053 5966
	13:30 16:00		**PASSCODE:** 450687

HEAD OF SESSION: ***Dr. Mulikat Folashade Usman***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Cultural Foundations And The Role Of Art İn Economic Development	Mobina Eskandari Diba Tanhaye Vash Mahdi Yousefi Gharamaleki	University of Tabriz
Synthesis And Characterization Of Thymol Derivatives As Corrosion Inhibitors For Carbon Steel İn Acidic Environments: Experimental And Computational Approaches	Hassan Haddouchy Saliha Loughmari Youness Tahiri Bendaoud Ahmed Salah Eddine El Qouatli	Moulay Ismail University
Comparatıve Analysıs Of The Effectıveness Of Envıronmental Awareness Formatıon Among Schoolchıldren In Belarus And The Uk Through Dıgıtal Educatıonal Resources	Anastasiya Grits Mariya Grigorovich Ekaterina Kaplinskaya Irina Kopytich	Baranovichi State University
Examining How E24 Steel Prevents Corrosion in Acidic Environments Using 1,4-Trans Plymyrcene and Myrcene-Lactide Block Copolymers: An In-Depth Analysis Combining Chemical, Electrochemical, and Theoretical Modeling Approaches	Hassan Haddouchy Saliha Loughmari Youness Tahiri Bendaoud Ahmed Salah Eddine El Qouatli	Moulay Ismail University
On The Factors Of Entrepreneurıal Faılure: A Study Of Causes And Consequences	Dr. Mulikat Folashade Usman Sani Fadilat Bello	Usmanu Danfodiyo University
A Study Of Irony And Satire As Stylistic Tools İn The Representation Of Race And Immigration İn Chimamanda Adichie's Americanah	Adesanmi, Moses Ademola	Federal University of Technology
The Impact Of Geopolitical Tensions On Blue Economy Supply Chains: A Comparative Analysis Of Major Trade Blocs	Sadiq, Mohammed Sanusi Singh, Invinder Paul Ahmad, Muhammad Makarfi Sani, Bashir Sanyinna Kumawat Subhita	Agricultural Economics and Agribusiness
Wearable Monopole Microstrip Antenna For Special Applications	J. Salai Thillai Thilagam	G. Pulla Reddy Engineering College
View On İmproving Recruitment Criteria For A University Entry-Level Student	RAHMOUNI Hanane	University of Oran 2 Mohamed Ben Ahmed
Adaptive Usability Model for E-Transportation Accessibility	Samar Jamal Hassan Mahmoud ,Prof Ts. Dr. Noor Maizura Binti Mohamad Noor Associate Prof. Ts. Dr. Zuriana Abu Bakar	Universiti Malaysia/MALAYSIA

27.12.2025 / Hall-8, Session-3			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13:30 16:00		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Assoc. Prof. Gergana Gozanska*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Study Of Crime And Deviation, Family Relations İn The City And Their Role İn The Spread Of Violence İn İt	Amara Sahraoui	School for the Deaf and Mute, Khenchela, Algeria
Charlson Comorbidity Index İn Endometrial Lesions	Loichita Mihai Petre Ion Suciu Oana Bobora Razvan Furau Alexandru-Marius Petre Izabella	"Victor Babes" University of Medicine and Pharmacy Timisoara/ROMANIA/"Vasile Goldiş" Western University of Arad
Study Of Tın Oxıde Thın Fılms Deposıted By Ultrasonıc Spray Pyrolysıs For Enhanced Photovoltaıc Applıcatıons	Sabrina Roguai	Abbes Laghrour university
The Impact Of Thrombocytopenıa In Pregnant Women Dıagnosed Wıth Thrombophılıa	Loichita Adrian Samfireag Miruna Oros Dacian Mirica Nicoleta Petre Izabella Petre Ion	University of Medicine and Pharmacy "Victor Babes"/ West university/ROMANIA
The Word "Communications" İn The International Human Rights Treaties Adopted By The UN General Assembly And Its Bulgarian Translation	Assoc. Prof. Gergana Gozanska	Plovdiv University/BULGARIA
Multisectoral Biotechnological Applications Of Bacteriophages İn Combating Antimicrobial Resistance	Harshita Marwal Dr. Swati Joshi R. Y. Hiranmai	Central University/
Behavıoural Patterns Of Internet Addıctıon Among Teenagers In Nıgerıa	Udevbure, Bola Khadijat Musah Khadijat Toyin Adekola S.A, Bakare Mustapha Umar Sodiq Adetunji Adekola.	University of Abuja.
Digital Humanities And The Changing Landscape Of English Literary Studies	Sadaf Mushtaq Nasti Yawer Ahmad Mir	University of Kashmir

27.12.2025 / Hall-9, Session-3			
	ANKARA LOCAL TIME		**MEETING ID:** 844 4053 5966
	13:30 16:00		**PASSCODE:** 450687

HEAD OF SESSION: ***Dr.Ardelean Maria Ioana***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Rewriting Authorship: Artificial Intelligence And The Future Of Literary Imagination	Sadaf Mushtaq Nasti Yawer Ahmad Mir	University of Kashmir
In-Vitro Anticancer Potential Of Ethanolic Extract Of Camellia Sinensis Leaves On Cervical Cancer (Hela) Cells	Mrs.E.Elavarasi J.Jayadurka Ardhrasunil Sudharsan.C Karthik.S	Bharath Institute of Higher Education and Research
Human Resource Management As A Strategic Driver Of Sustainable Business Growth	Dr.Venet Shala Dr.Demir Lima Mr.sc.Halil Hasani	University of Prizren/KOSOVO
Development Of An Electrochemical Biosensor For The Treatment Of Scaling İn The Presence Of Herniaria Hirsuta	Youness Tahiri Hassan Haddouchy Mustapha Oukbab Salah Eddine El Qouatli Rachida Najih Abdelilah Chtaini	Sultan Moulay Slimane University
The Influence Of Price And Production Factors Of Damar Mata Kucing (Shorea Javanica) On Farmer Income İn Pesisir Barat Regency	Yuda Ferdiawan Christine Wulandari Dadang Trianahadi Hari Kaskoyo	University of Lampung
Reactive Solute Transport İn Semi-İnfinite Heterogeneous Aquifers: Analytical And Numerical Solutions With Peclet-Dependent Dispersion	Sanjay Kumar Pintu Das	Sarala Birla University
Evolution Of Augmentation İndex And Pulse Wave Velocity During Pregnancy İn Pregnant Women Who Practice Physical Activity	Dr.Ardelean Maria Ioana Iurciuc Stela Petre Ion Petre Izabella	University of Medicine and Pharmacy “Victor Babes” Timisoara /ROMANIA

27.12.2025 / Hall-10, Session-3			
	ANKARA LOCAL TIME		**MEETING ID:** 844 4053 5966
	13:30 16:00		**PASSCODE:** 450687

HEAD OF SESSION: ***Suganthi P***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Role of Probability in Modern Computing Systems	**Suganthi P Aashish B L Aswin Sivakumar Balamurugan B**	**R.M.K. Engineering College**
Practical Use of Volume Integrals for Material Estimation in Engineering Systems	**Suganthi P Adarsh H Gokul V Jason Sathia**	**R.M.K. Engineering College**
Role of Matrices in Modern Computing Applications	**Suganthi P Aarthi I Agalya A Aishwarya S Ananya R**	**R.M.K. Engineering College**
Ordinary Differential Equations-Based Modeling for Real-Time Engineering and Computing Problems	**Suganthi P A Ayisathul Reshma Bayyapureddy Lakshana Bhuvaneshwari T Boggala Porkavi**	**R.M.K. Engineering College**
Analyzing Psychological Challenges and Socio-Cultural Dynamics in Badakhshan	**Bibi Sayeda Sayedi Nasrin Ziayee**	**Ahlul-Bayt International University Tehran**
Design of a Rectangular Microstrip Patch Antenna using HFSS	**V.V. Jahnavi Reddy G. Hima Bindu M. Mahitha C. Navya**	**G.Pulla Reddy Engineering College**
Design and Analysis of a Wideband Microstrip Patch Antenna for 5G Applications	**P C Praveen Kumar Paladi Manikanta Cirimala Hemanth Kumar B.Lakshmi Ranga Reddy B.Hari Rama Raju**	**G.Pulla Reddy Engineering College**
Design and Simulation of a Rectangular Microstrip Patch Antenna for Wi-Fi Communication	**P C Praveen Kumar, S. Swarna, K. Manasa, K. Meghana, Nandhini**	**G.Pulla Reddy Engineering College**

27.12.2025 / Hall-11, Session-3			
	ANKARA LOCAL TIME		**MEETING ID:** 844 4053 5966
	13:30 16:00		**PASSCODE:** 450687

HEAD OF SESSION: ***K.PRASANNA DEVI***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Design and Simulation of a Rectangular Microstrip Patch Antenna for Wi-Fi Communication	P C Praveen Kumar, S. Swarna, K. Manasa, K. Meghana, Nandhini	G.Pulla Reddy Engineering College
Design and Performance Analysis of a Compact Microstrip Patch Antenna for 2.4 GHz Wi-Fi Applications	P C Praveen KumarS. Vishnu Priya, R. Udaya Bhanu, M. Indhu, J. Janaki	G.Pulla Reddy Engineering College
A Compact ECE-Shaped Microstrip Antenna for 5 GHz Wireless Applications	P C Praveen Kuamr,A Aliya Kousar, B Geetha , B Jahnavi ,B Gagana Tripura	G.Pulla Reddy Engineering College
HFSS-Based Design and Analysis of a Rectangular Monopole Antenna	P C Praveen Kumar , B.Uday Kumar Reddy , Gandla Roopeshwar	G.Pulla Reddy Engineering College
Design and Implementation of AI-Integrated Enterprise Systems	S. Reashmi Dr. S. Selvam	Kamaraj College of Engineering and Technology/S. Vellaichamy Nadar College Madurai
From Prompts to Programs: The Rise of Intelligent AI-Driven Coding Assistants”	DHARANI.M, KIRTHIKA.C Dr.S.Selvam	Nadar Mahajana Sangam S.Vellaichamy Nadar College
Urban Intelligence: AI-Driven Cognition For Adaptive Ci	K.PRASANNA DEVI B.KOPIKA Dr.S.Selvam	Nadar Mahajana Sangam S.Vellaichamy Nadar College
Challenges And Opportunities Of Virtual Classrooms İn Education: An Empirical Study	Dr.Rohi Rani Dr.yogita kamal	----------

27.12.2025 / Hall-12, Session-3			
	ANKARA LOCAL TIME		**MEETING ID:** 844 4053 5966
	13:30 16:00		**PASSCODE:** 450687

HEAD OF SESSION: ***ABDULLAH ABDULRHMAN AL-SARRAF***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
The Ecologıcal Rısk Of Contamınatıon Wıth Toxıc Metals In The Soıls, Waste And Ash, Around The Complex, The;Kosovo Thermal Power Plants And The New Ferronıckel Complex	MSc. Islam ZUZAKU Prof. Dr. Skender DEMAKU, MSc. Arbnorë ALIU MSc. Donika SYLEJMANI	University of Pristina
Prevalence And Psychosocial Impact Of Loneliness And Social Isolation On The Well-Being Of Older Adults: A Systematic Review	Bakut Janet Naman Musah Khadijat Toyin Dhikroh Oriyomi Adekola Adekola Saheed Ayodeji Obande Ifeoma Elizabeth Sodiq Adetunji Adekola	University of Abuja
Salary And Cost Of Lıvıng In Albanıa	PhD. Romina RADONSHIQI Msc. Bledar RADONSHIQI	University College LOGOS/ CEO Eventalb
Topıcal Sılver Nanopartıcles For Wound Healıng Mechanısms, Efficacy And Future Perspectıve	PARTHASARATHI.V DEVI.R SRIRAM.R	BHARATH INSTITUTE OF HIGHER EDUCATION AND RESEARCH CHENNAI INDIA
Urban Heritage As A Swarm System: The ASHL Framework For Emergent Urban Development And Decentralized Adaptation	Suhaib Abbas Ali ABDULLAH ABDULRHMAN AL-SARRAF	University of Karbala/ University of Mosul/IRAQ
Effect Of Adding Okra Calyx Powder On The Sensory Properties And Nutritional Value Of Wheat Biscuits	Zena Mahmod Abidmossa Mahmed Ashraq Monir	University Baghdad/Iraq
Studying The Chemical And Nutritional Properties Of Almond Flour And İts Use İn Laboratory Biscuit Manufacturing	Hasananain Hadi Fadhil Baidaa Hafidh Mohammed	University Baghdad/Iraq
A Weighted Triangular Approximation Method For Fuzzy Numbers	Mohamed AIT MOHAND Aziz EL GHAZOUANI Mhamed EL OMARI	Sultan Moulay Slimane University

27.12.2025 / Hall-13, Session-4			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13:30 16:00		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: ***Prof. Dr. BELAID L'KAIHAL***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Pricing Financial Options under Uncertainty Using Fuzzy Fractional PDE Models: A Hybrid Analytical Approach	Mohamed OUALD-MOUNTI Aziz EL GHAZOUANI Hamid SADIKI	Sultan Moulay Slimane University
Mathematical Study of a Thermo-Viscoelastic Contact Problem Involving a Hemivariational Inequality	Prof. Dr. BELAID L'KAIHAL Prof. Dr. BOUALLALA MUSTAPHA Prof. Dr. ESSOUFI EL HASSAN	Hassan first University
Financial Performance Of Cryptocurrency-Enabled Tokenized Real Estate Assets: An Empirical Evaluation Of Liquidity, Participation, And Returns	Aminu Yakubu Boyi Sani Inusa Milala	Universiti Tun Hussein Onn Malaysia
Women İn Decision-Making Roles: From Structural Barriers To Leadership Expansion	Dr. Jayasree Krishnan	Vels Institute of Science, Technology and Advanced Studies
Methodology İn Research: Qualitative Data Analysis And Case Study	Dr Khalida Madoui	The Higher School of Teachers Assia Djebar Constantine Algeria
Advanced Physıco-Chemıcal Treatment Of Agro-Food Industry Effluents	Mohamed El Morsy Laila Afıa	Ibnou Zohr University
Effects Of Flipped Classroom Modes On The Retention Of Pre-Service Mathematics Teachers İn Colleges Of Education, North-Central	Job, S. J. Hassan, A. A. Prof. Gimba, R. W. Prof. Enagi, A. I.	Federal University of Technology
Strengthening Multisectoral Governance For Stunting Reduction İn Indonesia: A Comprehensive Policy Analysis And International Comparative Review	Syed Agung Afandi Muslim Afandi Rizki Erdayani	Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim/INDONESIA

27.12.2025 / Hall-15, Session-5			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13:30 16:00		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: ***Assoc. Prof.Svitlana MYSHKO***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Vıtamın D Levels Correlated Wıth Hormonal Levels In Early Menopause	Burlica Sorin Ardelean Anamaria Furau Cristian Buleu Florina Burlica Adela Petre Izabella Petre Ion	University of Medicine and Pharmacy "Victor Babes"/ 2 Western University
Solo Song And Vocal Cycle In Ukrainian Music: Paths Of Genre Evolution And Stylistic Synthesis	Oksana Pysmenna Assoc. Prof.Svitlana MYSHKO	Mykola Lysenko Lviv National Music Academy/ Uzhhorod National University/UKRAINE
Promoting The Formation Of Solo Garlic At Low Altitude By Spraying Coumarin And Applying Liquid Fertilizer At Different Rates	Usman K.J. Suharjo T. Pamekas M. Simarmata H. Harioski1	Bengkulu University
5G Antenna Gain Enhancement Using A Novel Metasurface	P C Praveen Kumar,P. Keerthi, M. Lalitha, P. Lakshmi Deepthi, P. Sujitha, P. Rushitha	G. Pulla Reddy Engineering College
HFSS-Based Design And Performance Analysis Of A Rectangular Microstrip Patch Antenna For ISM Band Applications	P C Praveen Kumar 1 ,K. Nuthana1, K. Lakshmi Navya2, M. Geethanjali3, K. Mamatha4	G. Pulla Reddy Engineering College
Design Of An ECE-Shaped Microstrip Patch Antenna Using HFSS	P C Praveen Kumar,G.Sreeja, J.Sukanya, J.Rupa, M.Yeswitha	G. Pulla Reddy Engineering College
Design And Simulation Of A 2.4 Ghz Circular Microstrip Patch Antenna Using HFSS	P C Praveen Kumar,R. Naga Roshan , R. Ganesh Reddy, P. Chanakya, S.Hemanth	G. Pulla Reddy Engineering College
Design And Simulation Of A Dual-Frequency Wearable Antenna For Smart Watch Supporting NFC And Bluetooth Communication	P C Praveen Kumar,G. Tejaswini, G. Shirisha, G. Mamatha, J. Lakshitha	G. Pulla Reddy Engineering College

27.12.2025 / Hall-16, Session-5			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13:30 16:00		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Praveen Kumar*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Design and Analysis of a Wearable Textile Antenna for a Biomedical Application	P C Praveen Kumar,B.Sowmya, D.Swathi, D.Dilshad, G.Reddy Hari Priya	G. Pulla Reddy Engineering College
Hexagonal Graphene Patch Antenna with CPW Feed for 5G Systems	P C Praveen Kumar , A.Nageshwari , B.Deepthi , C.Meghana , D.Varshini	G. Pulla Reddy Engineering College
Cross Shaped Microstrip Patch Antenna Using Hfss	P C Praveen Kumar, Kalamalla Naga Padmini Kalva Vishnu Priya,Kamle Indhu ,Karre Varshitha	G. Pulla Reddy Engineering College
Compact Infinity-Shaped Microstrip Antenna With Improved Impedance Matching For Wireless Communication	P C PRAVEEN KUMAR 1 ,A.DIVYA 2 , A.PRIYADARSHINI 3 , A .YASHASWINI 4 , R.BHARGHAVI 5	G. Pulla Reddy Engineering College
HFSS-Based Design And Performance Analysis Of A Rectangular Patch Antenna	P C Praveen Kumar, P.Maneesha, S.Hafizun, N.Wagdeevee, P.Pushpanjali	G. Pulla Reddy Engineering College
Design And Analysis Of A Star-Shaped Variable Microstrip Patch Antenna For 5G Wireless Communication Using Polystyrene Substrate	P C Praveen Kumar 1 ,Shaik Mahammad Fazil 2 ,T. Jay Simha S.Dheeraj Kumar 4 ,S.Abdul Nadeem	G. Pulla Reddy Engineering College
ANSYS HFSS–Based Design And Simulation Of An FR4 Epoxy Microstrip Patch Antenna Operating At 6.64 Ghz	P C Praveen Kumar 1 , G Shravya Sri 2 , S Nakshathra Bai	G. Pulla Reddy Engineering College
Electromagnetic Performance Analysis Of An E-Shaped Microstrip Patch Antenna	PC.Praveen Kumar 1 , G.Mahidhar Reddy 2 ,K.Vinil Sai Kumar Reddy 3 ,B.Jagan 4 ,D.Manideep	G. Pulla Reddy Engineering College

27.12.2025 / Hall-17, Session-5			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13:30 16:00		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *MUHAMMAD FAISAL*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Artificial Intelligence–Enabled Risk Management İn Pension Finance Under Population Aging: A Governance Perspective Based On A Life-Cycle Asset–Liability Framework	Dr. Li Zeng Prof. Wee-Yeap Lau	Henan Polytechnic University/CHINAUniversiti Malaya/MALAYSIA
Growth Assessment and Economic Indices of Clarias gariepinus cultured in a Clarias-Duckweed Aquaponics System	Isah M. C. Hamzat A. Olatunde, A. A. Ndana, T. K. Abdulmalik R. H. Ndaiji A.	University of Abuja/Ibrahim Badamasi Babangida University Lapai
Ethical Challenges And Bias Mitigation İn Artificial Intelligence Models	J.Jeyavarshana Dr S.SELVAM	S.Vellaichamy Nadar College
Strategic Revitalization Of Special Education Institutions İn Pakistan With Methodological Framework For Institutional Transformation	MUHAMMAD FAISAL	Allama Iqbal Open University
The İmportance Of Early Diagnosis And Treatment Of Types Of Malocclusions İn Children Collaboration Between General Dentist, Pedodontist And Orthodontist, A Literature Review	Doc. Elona Hasalla Prof.As. Dr. Celjana Toti Dr. Gerta Kacani, Ilda Taka Brandi Fahriu	University of Tirana/ “Aleksandër Xhuvani” University
Modern Dance In Tourısm Events: Strengthenıng Tourısm Experıences, Destınatıon Image, And The Value Of The Creatıve Economy	Ade Irma ANGGRAENI Marsya Amırah UFAIRAH Rezanto NURUDIN	Universitas Jenderal Soedirman/INDONESIA
Meta-Analysis Of Role Of 21st Century Skills İn The Filed Of Education	Dr. YOGITA KAMAL Dr. ROHI RANI	School of Education Davv Indore/ Jammu and Kashmir
The Effect Of Indoleacetıc Acıd And Indole-3-Butyrıc Acıd Concentratıons On The Rootıng And Growth Of Thymus Atlantıcus Cuttıngs	Ranya Hajjami Ahmed rida Hajjami Amine Oubrhou Chakib Alem	Prefectural University/ Sciences and Techniques, Errachidia, Moulay Ismail, Morocco/JAPAN

27.12.2025 / Hall-18, Session-5			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13:30 15:30		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: ***Talha Suhayeb Arko***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Bindu - A Non-İnvasive Blood Group Detection System Using Fingerprint	Talha Suhayeb Arko Nusrhat Jahan Sarker	Daffodil Institute of IT/BANGLADESH
Yıeld And Qualıty Of Cucumber (Cucumis Sativus L.) As Influenzed By Stakıng Operatıon And The Sıze At Harvest In An Organıc System	AyanfeOluwa, O. E. Komolafe, A. F. Kayode, C. O.	Federal College of Agriculture
Recent Advances in Targeted Carbon Based Nanoparticles for Cancer Therapy : Concise Review - Groundwork for Applied Research	A.AZOUAGHE M. EL MAHAMDI W. DAOUDI A. EL AATIAOUI	Mohammed First University/ Hassan First University
Instıtutıonal Readıness For Aı Transformatıon In Educatıonal Management: A Mıxed-Methods Assessment	Moses Adeolu AGOI Oluwakemi Racheal OSHINOWO Samuel Olayiwola AJAGA Oluwanifemi Opeyemi AGOI	Lagos State University/ Obafemi Awolowo University
Renewable Energy And The Energy Transition İn Albania	Silvana Nakuci	Agricultural University of Tirana
The Applying Of Four-Dimensions Concurrent Engineering İn Iraqi Manufacturing Firms	Karrar Abdulellah Azeez Marwah Abdulkareem Mahmood, Sarah esaam hasan haider naama	University of Kufa
The Psychology Of Digital Spending: How E-Wallets Shape Impulsive Buying Among Young Consumers	Dr. Jayasree Krishnan	Vels Institute of Science Technology and Advanced Studies (VISTAS)
Tımes New Roman, 11 Pt, Bold	Abu Kowsar Mahatir Ahmed Tusher	Islamic Unisersity/VIT-AP University
Older Adults As Strategic Actors İn Community Development: From Social Service Beneficiaries To Active Resources For Social Cohesion And Sustainability	Sorina Corman Alin Croitoru	Lucian Blaga University/ROMANIA

27.12.2025 / Hall-19, Session-5			
	ANKARA LOCAL TIME		**MEETING ID:** 844 4053 5966
	13:30 15:30		**PASSCODE:** 450687

HEAD OF SESSION: ***Olga Berta Szabóné***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Women In The Labour Market: Economıc Perspectıves On Equalıty And Barrıers	Olga Berta Szabóné PhD	University of Nyíregyháza
Fraud And Deposıt Money Banks' Performance Nexus In Nıgerıa	ACHUGAMONU Bede Uzoma NWANKWO Alexius Ndudi OMANKHANLEN Alexander Ehimare	Covenant University
The Methodology Of Imam Al-Nawawi İn Addressing Contradictory And Problematic Hadiths İn Al-Minhāj: A Critical Analysis	Fazirun Md Hanipah Mohd Farhan Md Ariffin	----------
Prevalence &Amp; Management Practices Of Food & Mouth Disease (Fmd) İn Cattle İn Chandpur Sadar, Chandpur	Musfikah Jannat Dr. Sajeda Sultana Dr. Sajedul Hayat	Sher-e-Bangla Agricultural University
Hybrıd Lstm–Gnn–Ppo Framework For Adaptıve Resource Allocatıon In Energy-Efficıent 5g Networks	Tanimu BALA Ibrahim ALHAJI LAWAN	Aliko Dangote University
Tımes New Roman, 11 Pt, Bold How To Localıze Efl Speakıng Lessons For Cambodıan Learners	Shally TOUN	Pannasastra University of Cambodia (PUC)
Therapeutic Potential Of Seagrass Bioactives İn Inflammation Management	Dr. Vani Mathakala P. Uma Maheswari Devi	Sri Padmavati Mahila university
Gender As A Determining Factor İn Albanian Political Leadership	Miranda Prifti	Tirana Business University College

27.12.2025 / Hall-20, Session-6			
	ANKARA LOCAL TIME		**MEETING ID:** 844 4053 5966
	13:30 15:30		**PASSCODE:** 450687

HEAD OF SESSION: *KHERRAB Mohamed*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Genetic Algorithm–Optimized PID Control for 3R Robotic Manipulator Modeling and Simulation in MATLAB/Simulink	SATLA Zouaoui BENDINE Kouider KHERRAB Mohamed	Tissemsilt University/Djillali Liabes University
Artificial Intelligence Assisted Molecular Design in Chemical Sciences	GAAYATHRI DEVI R Dr. M. Meena	R.M.K. Engineering College
Agro-Waste Derived Bioplastics for Sustainable Packaging	VIJAY I Dr. M. Meena	R.M.K. Engineering College
Chemical Sensor Materials for IoT-Based Environmental Monitoring	GOKUL S Dr. M. Meena	R.M.K. Engineering College
ELECTROACTIVE POLYMERS FOR SOFT ROBOTICS	NAGA HARINI V K Dr. M. Meena	R.M.K. Engineering College
Carbon Capture Materials for Climate Change Mitigation	AVUGADDI HARIN RAJADITYA Dr. M. Meena	R.M.K. Engineering College
Parenting in a Contemporary Changing World: Lessons from the Epic Ramayana	Sadhna Jain	University of Delhi
A Systematic Literature Review Of Personal Branding On Social Media	Ade Irma ANGGRAENI Eka AGUSTINA	Universitas Jenderal Soedirman

27.12.2025 / Hall-21, Session-6			
	ANKARA LOCAL TIME		**MEETING ID:** 844 4053 5966
	13:30 16:00		**PASSCODE:** 450687

HEAD OF SESSION: ***Dr. M. Meena***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Functional Nanomaterials for Cancer Diagnosis and Drug Delivery	**GAYATHRI D Dr. M. Meena**	**R.M.K. Engineering College**
Photocatalytic Materials for Wastewater Treatment and Pollution Control	**K GOKUL SURYA Dr. M. Meena**	**R.M.K. Engineering College**
Green Hydrogen Production via Advanced Catalytic Materials	**GANESH BAABU S Dr. M. Meena**	**R.M.K. Engineering College**
Nanomaterials For Food Preservation And Safety	**LOKINA JYOTHI Dr. M. Meena**	**R.M.K. Engineering College**
Smart Biodegradable Polymers for Environmental and Biomedical Sustainability	**GANDAVARAPU KAMALANI SRI DR. M. MEENA**	**R.M.K. Engineering College**
Sustainable Construction Materials from Industrial Waste	**NASHITHA M S Dr. M. Meena**	**R.M.K. Engineering College**
Sustainable Polymer Nanocomposites for Next-Generation Packaging Applications	**FENY CHRISTOPHER J S DR. M. MEENA**	**R.M.K. Engineering College**
Wearable Polymer-Based Biosensors for Healthcare	**VIJAY SUNDAR V Dr. M. Meena**	**R.M.K. Engineering College**
Addressing and Normalizing Chemical Misconceptions Through Technology-Enhanced Instructional Strategies in the 21st-Century Chemistry Classroom	**Hassan Aliyu**	**Sokoto State University**

27.12.2025 / Hall-22, Session-6			
	ANKARA LOCAL TIME		**MEETING ID:** 844 4053 5966
	13:30 15:15		**PASSCODE:** 450687

HEAD OF SESSION: ***Ourida BENOUAMANE***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Statutory Removal And Contractual Protection Of Directors Under CAMA 2020: A Comparative Analysis Of Uk And South African Company Law	Tarms Kagbala Esq	Federal Polytechnic Ekowe
Sustainable Nitrogen Management For Reducing Environmental Impacts İn Agriculture	ELABBARI Chaimaa Pr. Labjar Najoua Pr.EL Hajjaji souad	Mohammed V University
Physıcal And Mechanıcal Performance Of A Sustaınable Geopolymer Mortar Produced From Algerıan Ggbfs	Zineb Abeoub Samira djaknoun	Houari Boumediene University of Science and Technology
Isolation, Identification and Phenotypic Analysis of the Oral Bacterial Species from Supragingival Dental Plaque and Their Association with Different Factors	Dr. Mehwash Kashif Prof. Dr. Mehmooda Kazmi Prof. Dr. Farzeen Tanwir Prof. Dr. Shazia Akbar Fatima Mujtaba	Bahria University of Health Sciences/Jinnah University for Women/Dow Dental College/Karachi Medical and Dental College/ Karachi Metropolitan University
Valorızatıon Of Agrıcultural By-Products Through Small-Scale Productıon Unıts: A Case Study On Red Beer Wıth Rosehıp Waste	Andrei Borşa Alexandra Raluca Borşa (Bogdan) Cristina Anamaria Semenıuc Salanta Liana Farcas Anca Mircea Valentin Muntean	University of Agricultural/ROMANIA
Mutagenıc Effects Of Ethyl Methane Sulfonate (Ems) On Agromorphologıcal Parameters And Oıl Qualıty On Groundnut (Arachıs Hypogaea L.) In North Central Nıgerıa	DANGANA, M.C. DAUDU, O.A.Y. ABDULLAHI, A	Federal University//Nigeria
Phytochemical Study and Valorization of Date Seeds	Ourida BENOUAMANE	Scientific and Technical Research Center on Aride Areas /ALGERIA

27.12.2025 / Hall-23, Session-6			
	ANKARA LOCAL TIME		**MEETING ID:** 844 4053 5966
	13:30 16:00		**PASSCODE:** 450687

HEAD OF SESSION: ***Prof. Dr. Syed Ali Raza NAQVI***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Effect Of Lipid-Based Multiple Micronutrients Supplementation In Underweight Primigravida Pre-Eclamptic Women On Maternal And Pregnancy Outcomes: Randomized Clinical Trial	**Dr. Kalsoom TARIQ Dr. Nabila SHER Hashim KHAN**	**----------**
Demographıc Dıfferences In The Seroprevelance Of Co-Infectıon Of Hcv Hbv In Hıv Patıents In Peshawar	**Bela Inayat Kalsoom Tariq Ayesha Jameel**	**Khyber Girls Medical College**
Towards Agile Auditing: How Digital Transformation Redefines Practices In Morocco	**Fatine BENKIRANE Mohamed AIT OUDRA Samir ERRABIH Salma LAKHSSASSI Mimoun BENALI**	**Mohamed Ben Abdellah University/MOROCCO**
Automation Of The Audit Process : Between Technological Revolution And Employment mj0*Challenges	**Fatine BENKIRANE Mohamed AIT OUDRA Samir ERRABIH Salma LAKHSSASSI Mimoun BENALI**	**Mohamed Ben Abdellah University/MOROCCO**
Antioxidant, Enzyme Inhibition And Toxicology Studies Of Methanol Extracts Of Selected Medicinal Plants	**Hiba Shahid Prof. Dr. Syed Ali Raza NAQVI**	**Government College University**
Agroecology and Indian Farming: Towards a Sustainable Agricultural Revolution	**Dr. Sanchita RAY Dr. Preeti RANI**	**ShardaUniversity /INDIA**

28.12.2025 / Hall-1, Session-1			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	11 ^{00} : 13 ^{00}		PASSCODE: 450687
HEAD OF SESSION: *Assoc. Prof. Dr. Hüseyin ALKIŞ*			

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Theoretical Examination Of The Relationship Of Accounting Information System With Sustainable Development Goals	Assist. Prof. Dr. Abdulrezzak İKVAN	Adıyaman University
Multi-Criteria Decision Making (MCDM) Methods In Digital Markeıng Research: A Systematic Review Based On Web Of Science Database	Yunus AKTAŞ Assoc. Prof. Dr. Ömer Faruk RENÇBER	Gaziantep University
A Bibliographic Analysis Of Postgraduate Theses Published In Türkiye On The Topic Of The Glass Ceiling Syndrome	Assist. Prof. Dr. Aydın ÖZDEMİR Ece CİGAL Mehmet Ercan BALTALI	Adiyaman University/Gaziantep Islam Science and Technology University
Bıblıometrıc Analysıs Of Doctoral Theses On Strategy Prepared In Turkey Usıng Data Envelopment Analysıs	Assoc. Prof. Dr. Hüseyin ALKIŞ Assist. Prof. Dr. Aydın ÖZDEMİR Ece CİGAL	Adiyaman University
Retro Marketing In Azerbaıjan Technology Retailing: The Impact Of Kontakt Home's Nostalgic Advertisements On Consumers	Mahammad MAMMADLI Assist. Prof. Dr. Abdulkadir ŞENCAN	İstanbul Ticaret Üniversitesi/İstanbul Kent Üniversitesi
The Concept Of Sustainable Fashion	Assoc. Prof. Dr. Onur ÇETİN	Trakya University
The Future Layer By Layer: 3d Printing Technologies	Hilal UCAK	Süleyman Demirel University
The Context Of Workplace Inclusion And Business Model Innovation	Assist. Prof. Dr. Mustafa ŞENYÜCEL	Haliç University

28.12.2025 / Hall-2, Session-1			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	11 00 : 13 15		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Prof. Dr. Mustafa METE*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Health Financing Models	Meryem YAĞMUR	Aksaray Üniversitesi
Asgari Ücretli Çalışanlarda Yoksulluk Ve Sosyal Dışlanma İlişkisi	İpek ERGÜLEÇ Assoc. Prof. Dr. Ali Kemal NURDOĞAN	Süleyman Demirel Üniversitesi
The Effects Of Maritime Transportation On Economic Growth And International Trade	Melike ÖZDEMİR Prof. Dr. Mustafa METE	Gaziantep University
Dumping Margin Effects: Applications Of Market Economy Classification For Chinese Imports Into Turkey Between 2015 And 2025	Veliburak KAHRAMANOĞLU Abdulrazak SAYED DARWISH Prof. Dr. Mustafa METE	Gaziantep University
Global Income Inequality, International Trade And Purchasing Power Parity (Ppp)	Hamide Nur YAZAR Prof. Dr. Mustafa METE	Gaziantep University
International Trade Policies And The Environment: An Analysis Within The GATT/WTO Framework	Muhsin Çağlar ASLAN Mustafa METE	Gaziantep University
International Trade And Global Currency Wars: A Theoretical And Factual Perspective	Prof. Dr. İlhan EROĞLU Assoc. Prof. Dr. Nalan KANGAL EROĞLU Dr. Esra KANGAL	Tokat Gaziosmanpaşa University/Sivas Cumhuriyet University
Next-Generation Service In Call Centers: AI-Assisted Customer Representative	Dr. Tuğkan ARICI Emre KAYACI	Gebze Technical University/Turkcell Global Bilgi
Lebanon In The Light Of Global And Regional Competitions In The 20th Century	Ph.D. Student, Canan EFE Prof. Dr. Sibel TURAN	Trakya University

28.12.2025 / Hall-3, Session-2			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	11 [30] : 13 [15]		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Assist. Prof. Dr. Andaç Kutay SAKA*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Determination Of Biochemical Properties In Some Hot Pepper (*Capsicum Annuum* L.) Genotypes Collected From Ordu Province	**Assist. Prof. Dr. Andaç Kutay SAKA Adnan UĞUR**	**Ordu University**
The Role Of Artificial Intelligence–Enabled Personalization In Digital Marketing On Shopping Well-Being And Shopping Ill-Being: A Conceptual Approach İn The Context Of Emerging Economies	**Nazlı TIĞLI**	**Van Yuzuncu Yıl University**
The Relationship Between Country Image, Digital Trust, And Marketing In International E-Commerce: A Theoretical Review	**Nazlı TIĞLI**	**Van Yuzuncu Yıl University**
An Analyasis Of Opportunities And Challenges For Reconstruction In A Fragmented Political Landscape: A Case Of Syria	**Tamam DUBEL Pelin ALİYEV**	**Hasan Kalyoncu University**
Constraints On Afghan Repatriation: Push And Pull Factors Shaping Return Decisions	**Abdulwareth ALKASEM Pelin ALİYEV**	**Hasan Kalyoncu University**

28.12.2025 / Hall-4, Session-2			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	11 30 : 13 30		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Uzm. Yasemin AĞAOĞLU*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Türkiye'de Belediyelere Kayyum Atanması Uygulamaları	Fatih ACAR Prof. Dr. Çiğdem AKMAN	Süleyman Demirel University
(Brand Silence In Times Of Crisis And War: The Effects Of Digital Silence Strategies On Consumer Perception And Brand Loyalty)	Dönüş ELRİ Assoc. Prof. Dr. Cihat KARTAL Prof. Dr. Tülin DURUKAN Assist. Prof. Dr. Serhat KARAOĞLAN Yunus Emre BENLİ	Kırıkkale University
The Impact Of Sustainable Marketing Strategies And Ethical Communication On Brand Reputation In Health Tourism	Yunus Emre BENLİ Dönüş ELRİ Assoc. Prof. Dr. Cihat KARTAL Prof. Dr. Tülin DURUKAN Assist. Prof. Dr. Serhat KARAOĞLAN	Kırıkkale University
Designing A Module For Developing Critical Thinking Skills Of Candidate Teachers	Prof. Dr. Sevilay ŞAHİN Zahir ATTAL	Gaziantep University
The Impact Of Artificial Intelligence And Digital Transformation On Service Employees' Perceptions And Job Roles	Nurgül KARAÇAM Şemseddin GÜNDÜZ	Necmettin Erbakan University
The Role Of Cooperatives In Financing The Agricultural Sector In Turkey And Accounting Practices	İbrahim UYSAL Assoc. Prof Dr. Ferhat BİTLİSLİ	Burdur Mehmet Akif Ersoy University
Katilim Bankalarinin Sorunlu Kredilerini Varlik Yönetim Şirketlerine Satişina Yönelik Bir İnceleme	Cemil BALKANLI	Sakarya Uygulamalı Bilimler University
A Two-Dimensional Examination Of Customer Satisfaction In Turkish Airlines: An Analysis Of Internal And External Customer Reviews	Res. Assist. Ayçe YILMAZ Res. Assist. Gülnur YAĞICI	Yeditepe University

28.12.2025 / Hall-5, Session-2			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	11 ^{30} : 13 ^{30}		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Prof. Dr. İshak KESKİN*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Interest In Homemade Food Within Out-Of-Home Consumption: Motivations Behind Consumers' Purchases Of Home-Cooked Meals	Assist. Prof. Dr. Çiğdem ALİÇAVUŞOĞLU	Tokat Gaziosmanpaşa University
Unifying Voices: Why Teachers And School Leaders Join Education Unions	Dr. Suna UTAR ÖZKAN Serdar DEMIR Sevilay ŞAHIN	Gaziantep Islam Science & Technology University/Gaziantep University
Management Of Logistics Operations According To The Characteristics Of Incoterms In International Trade	Metin KETBOĞA	Malatya Turgut Ozal University
The Importance Of Contracts In International Trade: Legal Protection And Commercial Sustainability	Metin KETBOĞA	Malatya Turgut Ozal University
The Role Of The Economic Development Foundation (IKV) In Türkiye–Eu Relatıons	Ekrem Yaşar AKÇAY	Suleyman Demirel University
Türkiye–Eu Relatıons In The Electıon Manıfestos Of Polıtıcal Partıes In The 2023 General Elections	Ekrem Yaşar AKÇAY	Suleyman Demirel University
Preserving The Document, Neglecting The Body: The Historical Transformation Of Archival Working Conditions	Prof. Dr. İshak KESKİN	İstanbul University
Within The Context Of Fundamental Political Ideologies: The Western Perception Of Ismet Özel And Ali Shariati	Sema AYDIN Assoc. Prof. Dr. Emre SAVUT	Mehmet Akif Ersoy University

28.12.2025 / Hall-6, Session-3			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	12 ^{00} : 14 ^{00}		PASSCODE: 450687
HEAD OF SESSION: *Assoc. Prof. Dr. Selim KANAT*			

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
The Nexus Between Climate-Induced Food Insecurity And Irregular Migration: A Multidimensional Analysis	Assoc. Prof. Dr. Selim KANAT	Suleyman Demirel University
The Impact Of The European Green Deal On The 'Climate Adjustment' Of Türkiye-Eu Relations	Assoc. Prof. Dr. Selim KANAT	Suleyman Demirel University
Sustainability Of The Current Account Deficit In Türkiye: An ADF And Fractional Frequency Fourier ADF Approach	Ali Rauf KARATAŞ	Karabuk University
An Analysis Of Macroeconomıc Factors Affectıng Private Automobile Demand In Türkiye	Sefa ERKUŞ Ali Rauf KARATAŞ	Karabuk University
Digital Nomadism: A Conceptual Framework, Work Practices, And Economic Impacts	Res. Assist.Adnan SOYSAL Prof. Dr. Müslüme NARİN	Ankara Hacı Bayram Veli University
The Impact Of Syrian Refugees On Social Life And Crime Rates In Turkey: A Research Design On Kilis And Bayburt Natural Experiment	Res. Assist.Adnan SOYSAL	Ankara Hacı Bayram Veli University
Türkiye's Comparative Advantages In The Foreign Trade Of Beverages (Alcoholic/Non-Alcoholic) And Tobacco Products (1996-2025)	Cansu ÇÖĞÜRCÜ Kazım SARIÇOBAN	Burdur Mehmet Akif Ersoy University
The Level Of Specialization In Türkiye's Sunflower Foreign Trade (2002-2024)	Cansu ÇÖĞÜRCÜ Kazım SARIÇOBAN	Burdur Mehmet Akif Ersoy University

28.12.2025 / Hall-7, Session-3			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	12 00 : 13 45		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Resc. Assist. Dr. Kaan YİĞENOĞLU*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
An Empirical Examination Of Inflation Hedging Abilities Of Oecd Stock Markets	Prof. Dr. Önder BÜBERKÖKÜ Resc. Assist. Dr. Kaan YİĞENOĞLU	Van Yuzuncu Yil University
Examining The Impacts Of The Level Of Financial Development On Income Distribution Inequality	Prof. Dr. Önder BÜBERKÖKÜ Resc. Assist. Dr. Kaan YİĞENOĞLU	Van Yuzuncu Yil University
The Contribution Of Expenditure Components To Economic Growth İn Türkiye (2010–2023)	Prof. Dr. Savaş ERDOĞAN Betül BAYRAM	Selçuk Üniversitesi
Financial Transfers On The Egyptian Economy During The Period 2005–2023	Habib Elfahd Mahmoud Abdelsamie Badr Aly Habib Prof. Dr. Mehmet ALAGÖZ	Selçuk University
Emotion Based Analysis In Financial Markets: The Theoretical Relationship Between Information, Perception, And Decision Making	Şafak Sönmez SOYDAŞ	Gumushane University
Climate Migrants Under The Convention Relating To The Status Of Refugees	Assoc. Prof. Dr. Emre CENGİZ Prof. Dr. Ömer UĞUR Prof. Dr. Metin AKSOY	Gumushane University
Rethinking Displacement In The Context Of The Climate Crisis	Assoc. PRof. Dr. Emre CENGİZ Prof. Dr. Metin AKSOY Prof. Dr. Ömer UĞUR	Gumushane University

28.12.2025 / Hall-8, Session-3			
	ANKARA LOCAL TIME		**MEETING ID:** 844 4053 5966
	12 ^{00} : 13 ^{30}		**PASSCODE:** 450687
HEAD OF SESSION: *Levent KOÇER*			

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Evaluation Of The "Nature Journey For A Barrier-Free Life" Project Carried Out With Students Diagnosed With Mild Intellectual Disability Within The Scope Of The Tübitak 4008 Program	**Eser TEMİZ Fatih ORÇAN Arzu TANRIVERDİ Hasan KIZILKAYA Ahsen Ela KIZILKAYA**	**Kahramanmaraş Provincial Directorate of National Education, R&D/ Kahramanmaraş Sütçü İmam University/ Afyon Kocatepe University/İnönü University**
Evaluation Of The ''Heroic City Celebrates Science With Festivals – 2'' Project, Implemented Within The Scope Of The Tübitak 4007 Science Festivals Support Program	**Eser TEMİZ Emre ARICI**	**Kahramanmaraş Provincial Directorate of National Education**
Determination Of Aggregate Spillage On Belt Conveyors Using Discrete Element Method (Dem) Analysis	**Levent KOÇER**	**Teknomak İmalat San. ve Tic. A.Ş.**
Optimization Of A Mixing Tank Using The Dem-Sph Method	**Levent KOÇER**	**Teknomak İmalat San. ve Tic. A.Ş.**
The Effect Of Nozzle Angles On Pressure Losses In Diesel Burners	**Nur ARTUÇ**	**Teknomak İmalat San. ve Tic. A.Ş.**
Stress And Deformation Characteristics Of A Dust Collection Filter System Under Seismic And Wind Loads According To Eurocode Standards	**Nur ARTUÇ**	**Teknomak İmalat San. ve Tic. A.Ş.**

28.12.2025 / Hall-9, Session-3			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	12 00 : 13 30		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Lect. Çisil ÇAMLI PULAT*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Creating Analytical Decision Structures In The Energy Sector Using Hierarchical Clustering Methods	Ahmet GÜRGAŞİN	Astor Enerji A.Ş., AR-GE Merkezi
Supplier Performance Evaluation Using Vikor, Edas, And Topsis Methods: An Application In The Energy Sect	Ahmet GÜRGAŞİN	Astor Enerji A.Ş., AR-GE Merkezi
An Analysis Of The Production Of Aluminum Transmission Mounts Using Additive Manufacturing Methods	Beyzanur BAŞAR Osman ALINAK	Kentpar Otomotiv A.Ş, AR-GE Merkezi
Investigation Of The Hydraulic Rebound Stop (Hrs) System In Conventional Passenger Vehicle Shock Absorbers	Tuncay ALPAR Abdurrahim ARKAN	Maysan Mando, Demirtaş Dumlupınar
Dose- And Time-Dependent Cytotoxic Effects And Detection Of Its Volatile Components By Gc-Ms Of Equisetum Arvense L. In Human And Murine Triple-Negative Breast Cancer Cells	Lect. Çisil ÇAMLI PULAT Lect. Fatma DOYUK	Manisa Celal Bayar University
Phytochemical And Cytotoxic Assessment Of Resurrection Plant (Anastatica Hierochuntica) In Pc3 And Du145 Cells	Lect. Çisil ÇAMLI PULAT Lect. Fatma DOYUK	Manisa Celal Bayar University

28.12.2025 / Hall-10, Session-3			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	12 30 : 14 30		PASSCODE: 450687
HEAD OF SESSION: *Prof. Dr. Rıfat ATAY*			

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Ijazahs From The Ottoman Perıod To The Present: A Study Of Three Examples From The 18th, 19th, And 20th Centuries	Berkan ÇIRPAN Assoc. Prof. Dr. Ömer MÜFTÜOĞLU	Eskişehir Osmangazi University
The Doctrine Of Kant's Morality (Moralitat) Versus Hegel's Idea Of Ethical Life (Sittlichkeit)	Tuba İLHAN DALAR	Kilis 7 Aralık University
The Future World: Posthumanism, Feminism, And The Changing Roles Of The Father	Süleyman GÜMÜŞ Resul SUÇİN	Kırklareli Provincial Office of the Mufti / Kırklareli University
The Concept Of Adab In Islamic Educational Thought	Assist. Prof. Dr. Ahmet BEKEN	Çukurova University
The Concept Of Tarbiyah And Its Fundamental Dimensions	Assist. Prof. Dr. Ahmet BEKEN	Çukurova University
The Impact Of Taʿrīż (Indirect Expression) Style On Learning Processes In The Qur'an	Assoc. Prof. Dr. Servet DEMİRBAŞ	Ankara Yıldırım Beyazıt University
The Concept Of Reason In Necıp Fazıl Kısakürek In The Context Of The Relationship Between Reason And Faith	Prof. Dr. Rıfat ATAY Nesuh KAYA	Akdeniz University
Maturidi Readings In The Context Of Religious Diversity	Prof. Dr. Rıfat ATAY Berat TIRAŞ	Akdeniz University

28.12.2025 / Hall-11, Session-4			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	12 30 : 14 15		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Assoc. Prof. Dr. Berna DUMAN AYDIN*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Detection Of B-Sitosterol, Gelatin, And Starch In Dairy Products Sold In Diyarbakır And Determination Of Adulteration	Serap AKÇADAĞ YILDIZ Assoc. Prof. Dr. Berna DUMAN AYDIN	Tarım ve Orman Bakanlığı/Dicle Üniversitesi
The Advancement Of Digital Agriculture And Smart/Intelligent Production Systems	Wahidullah HILAL Assoc. Prof. Dr. Seyit HAYRAN	Cukurova University
Rutin As A Natural Flavonoid: Chemical Properties, Biological Activity, And Therapeutic Perspectives	Mehmet BAŞEĞMEZ Lect Dr. Senem TÜFEKÇİ	Pamukkale University
Genome-Wide Association Studies In Farm Animals	Eda KÖRLÜK Fatma İLHAN	Selcuk University
Optimization Of Sweetness Flour Formulation And Production Process	Nuri Serdar GÜNDOĞAN Ceyda KAÇMAZ GÜMÜŞ	Tellioğlu Yem Gıda Entegre Tesisleri San. ve Tic. A.Ş.
Some Economically Valuable And Endemic Plants Naturally Growing Around Yaylakonak Town (Adıyaman)	Dr. Talip ŞAHİN Prof. Dr. Ömer KILIÇ Şinasi YILDIRIMLI	Adıyaman University/Hacettepe University
Fumigant Resistance In Stored-Product Insects And Sustainable Fumigation Strategies	Assist. Prof. Dr. Fatma Nur ELMA Hüseyin ÇETİN	Selçuk University

28.12.2025 / Hall-12, Session-4			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	12 30 : 14 30		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Assoc. Prof. Dr. Nacide KIZILDAĞ ÖZDAL*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Tarla Tarımında Twin-Row Ekim Yöntemiyle Yüksek Verim Potansiyeli	Prof. Dr. Erkan BOYDAK Selim ÖZDEMİR	Bingöl University
New Findings On The Transmission Of Plant Diseases By Insect Vectors And Studies On Vector Behavior	Lect. Nagihan KILIÇ Assist. Prof. Dr. Murat GÜVEN	Iğdır University
New Generation Formulations In Pheromone-Based Biotechnical Pest Control	Lect. Nagihan KILIÇ Res. Assist. Dilek Doğan AKDAĞ Assoc. Prof. Dr. İsmail ALASERHAT	Iğdır University
Relationships Between Somatic Cell Count And Some Milk Quality Traits İn Bafra Sheep Milk	Ömer Faruk YILMAZ Prof. Dr. Mehmet Akif ÇAM	Ondokuz Mayıs University
The Impact Of Plant, Animal, And Microbial Fertilizers On The Sustainability Of Agriculture	Merve Nur EKTİREN Prof. Dr. Erkan BOYDAK Assoc. Prof. Dr. Zeynep DUMANOĞLU	Bingol University
Evaluation Of The Growth Performance Of Different Ornamental Plants Under Heavy Metal Stress	Fatma Nur KILIÇ Sude Nur ÖZCİHAN Osman SÖNMEZ	Erciyes University
Nanoparticle Production From Waste Biomass	Assoc. Prof. Dr. Nacide KIZILDAĞ ÖZDAL	Çukurova University
Influence Of Nanotechnology-Enabled Fungicides On Enzyme Activity	Assoc. Prof. Dr. Nacide KIZILDAĞ ÖZDAL	Çukurova University

28.12.2025 / Hall-13, Session-4			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	12 30 : 14 45		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Assist. Prof. Dr. Ali Fuat YALÇIN*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Students' Views On The Design Of An In-School Science Street: A Phenomenological Study	Sibel DEMİRTAŞ Bilge ÖZTÜRK Betül KÜÇÜK DEMİR	Milli Eğitim Vakfı Konursu İmam Hatip Ortaokulu/ Bayburt University
An Examination Of Students' Views On The Implementation Of The Harezmi Education Model	Sibel DEMİRTAŞ Bilge ÖZTÜRK Betül KÜÇÜK DEMİR	Milli Eğitim Vakfı Konursu İmam Hatip Ortaokulu/ Bayburt University
A Review Of Postgraduate Theses On Different Approaches Used In Preschool Education In Türkiye	Fatma ÇALIŞANDEMİR Elif Nihan KURT Özge ÖZEL	Mehmet Akif Ersoy University
An Examination Of Postgraduate Theses On Father-Child Communication /Interaction In The Preschool Period	Fatma ÇALIŞANDEMİR Elif Nihan KURT Özge ÖZEL	Mehmet Akif Ersoy University
Ortaokul Matematik Öğretiminde Yapay Zekâ Kullanımına İlişkin Öğretmen Görüş, Deneyim Ve Önerileri	Prof. Dr. Necdet KONAN Esma CİCİ	İnönü University
The Mediating Role Of Perceived Social Support In The Effect Of Psychological Rigidity On The Meaning Of Life	Assist. Prof. Dr. Ali Fuat YALÇIN Serdar ABBAS Gülfidan BUĞDAY Hatice GÖRGÜLÜ	Necmettin Erbakan University
The Importance Of Envıronmental Educatıon In Early Chıldhood And Examples Of Some Effectıve Practıces	Fatih KURT Assist. Prof. Dr. Mürşet Çakmak	Mardin Artuklu Üniversitesi
Teachers' Evaluations Regarding In-Service Training	Bayram GÖKBULUT Pınar ÇUKDAR Beyza KORKMAZ	Zonguldak Bülent Ecevit University
A Study On The Opinions Of 8th Grade Middle School Students Regarding Writing Motivation	Prof. Dr. Hasan BAĞCI Y. L. Öğrencisi Ahsen SAVAŞER	Burdur MAKÜ

28.12.2025 / Hall-14, Session-4			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 ^{00} : 15 ^{00}		PASSCODE: 450687
HEAD OF SESSION: *Assoc. Prof. Dr. Aysel KOCAKÜLAH*			

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
The Peer Mediation System From The Perspective Of Teachers And Students	Prof. Dr. Şenay Sezgin NARTGÜN Eray METİN	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Animal Embriyo Production And Transfer Worldwide	Tahir KARAŞAHİN	Aksaray University
The Effect Of Zero Waste-Based Environmental Education On Environmental Awareness In Elementary School Students	Canan OKUMUŞ Rukiye Kübra ARTUNÇ KARA Gökhan UYANIK	Kastamonu University
An Examination Of Primary School Students' And Prospective Classroom Teachers' Metaphorical Perceptions Of Science Lessons: A Systematic Review	Rukiye Kübra ARTUNÇ KARA Canan OKUMUŞ Ahmet ÜNAL	Kastamonu University
Uncontrolled Use Of Dietary Supplements And Potential Health Risks	Elif Ebru ALKAN	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Use Of Probiotics In Some Cancer Types	Elif Ebru ALKAN	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi
Teaching The ''Propagation Of Light And Shadow'' Unit Through The Context-Based Approach	Assoc. Prof. Dr. Aysel KOCAKÜLAH Esra KARAMAN	Balıkesir University/Ministry of National Education, Science Teacher
Meaning Making And Classroom Discourse In The Teaching Of Electromagnetic Induction	M. Sabri KOCAKÜLAH Assoc. Prof. Dr. Aysel KOCAKÜLAH	Balıkesir University

28.12.2025 / Hall-15, Session-4			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 ^{00} : 14 ^{15}		PASSCODE: 450687
HEAD OF SESSION: *Assoc. Prof. Dr. Tolga AKTÜRK*			

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Traveling Wave Solutions Of The Nonlinear Benney–Luke Equation	Assoc. Prof. Dr. Tolga AKTÜRK	Ordu University
Obtaining The Complete Solutions Of A Non-Linear Mathematical Model Using The Modified Exponential Function Method	Assoc. Prof. Dr. Tolga AKTÜRK	Ordu University
Approximate Solutions Of Differential Equations By Using The Runga-Kutta Method	Ömer FIRAT Ebru YILDIRIM	Kilis 7 Aralık University
An Overview Of Hausdorff Measure And Hausdorff Dimension	Assist. Prof. Dr. Yasin KAYA	Dicle University
An Overview Of Elliptic Integrals And Elliptic Functions	Assist. Prof. Dr. Yasin KAYA	Dicle University

28.12.2025 / Hall-16, Session-4			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 ^{00} : 14 ^{15}		PASSCODE: 450687
HEAD OF SESSION: *Assoc. Prof. Dr. Murat POLAT*			

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
An Investigation Of Pre-Service Teachers' Sustainable Development Awareness According To Gender And Academic Department	Simge KOÇ ÖZGÜR AY Şeyda KARŞIYAKA	Dokuz Eylül University
The Effect Of Modules Developed For Sustainable Development Goals In Science Education On Students' Awareness	Gülşah ÇETIN SİMGE KOÇ	Dokuz Eylül University
Education And Steam: A Comprehensive Analysis Of Postgraduate Theses Incorporating Steam Implementations In Turkey	Deniz KILIÇ Gizem Nur ÖZÜPEK Gökhan UYANIK	Kastamonu University
Middle School 7th Grade Students' Views On Geogebra-Supported Instruction Of The Topic 'Views Of Three-Dimensional Objects	Pınar KARATAŞ GÜL Prof.Dr. Gül KALELİ YILMAZ Prof.Dr. Menekşe Seden TAPAN BROUTİN	Bursa Uludağ University
Chen--Ricci Inequalities For (Almost) H-Semi-Invariant Riemannian Submersions From Quaternionic Space Forms	Assoc. Prof. Dr. Murat POLAT	Dicle University

28.12.2025 / Hall-17, Session-5			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 ^{00} : 14 ^{30}		PASSCODE: 450687
HEAD OF SESSION: *Prof. Dr. Gülay BEDIR*			
TOPIC TITLE		**AUTHORS**	**AFFILIATION**
The & Recognized Teacher& Model In The Minds Of Prospective Teachers: A Qualitative Analysis Of Teacher Characteristics That Leave A Lifelong Mark		Lect. Zeynep ERMEYDAN Prof. Dr. Gülay BEDIR	Kahramanmaraş Sütçü İmam University
Preschool Teachers' Perspectives on Universal Design for Learning (UDL) Practices in Early Childhood Education		Prof. Dr. Gülay BEDIR Lect. ZEYNEP ERMEYDAN	Kahramanmaraş Sütçü İmam University
An Analysis Of Tuğba Coşkuner's Last People Of The Earth Book Series In Terms Of Values Education		Emine SAÇIKARALI	Adıyaman University
Koray Avcı Çakman's Work Titled "Red Feather" And The Enneagram Personality Types		Asuman ULUSOY Assoc. Prof. Dr. Semih ZEKA	Erciyes University
Cultural Foundations Of Language Education: The Educational Function Of The Müeddeb Daye		Bilal UYSAL Zeynep YİĞİT	Afyon Kocatepe University
Turkish Education In Sibyan Schools In The Ottoman Empire And The Educators Involved In This Education		Bilal UYSAL Zeynep YİĞİT	Afyon Kocatepe University

28.12.2025 / Hall-18, Session-5			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 30 : 15 00		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Prof. Dr. Memet ŞAHİN*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
A New Metric On Uncertainty: Fuzzy Partial G-Metric Space	Prof. Dr. Memet ŞAHİN Tuğçe KÜÇÜKLER	Gaziantep Univeersity
Fuzzy Partial b-Metric Spaces	Prof. Dr. Memet ŞAHİN Özkan AYTEKİN	Gaziantep Univeersity
Neutro b-Metric Spaces	Prof. Dr. Memet ŞAHİN Teheni KABİRİ	Gaziantep Univeersity
Neutro-Normed Spaces	Prof. Dr. Memet ŞAHİN Safaa HALLAK	Gaziantep Univeersity
5.Sınıf İstatistiksel Araştırma Süreci Teması Kapsamında Purdue Modeline Dayalı Öğretim Materyali Geliştirilmesi	Büşra YÜKSAL SARAY Prof. Dr. Esra ALTINTAŞ	Aydın Adnan Menderes University
Türkiye Ve Japonya'da Okutulan 5. Sınıf Matematik Ders Kitaplarında Yer Alan Görevlerin Karşılaştırmalı İncelemesi	Zehra TAŞPINAR ŞENER Büşra DİKCE BENZEK	Yıldız Teknik Univeersity

28.12.2025 / Hall-19, Session-5			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 30 : 14 45		PASSCODE: 450687
HEAD OF SESSION: *Assoc. Prof. Dr. Zehra ÖZDEMİR*			
TOPIC TITLE		**AUTHORS**	**AFFILIATION**
Investigation Of 9th Grade Students' Opinions On Practices In The Mathematics Textbook Prepared According To The Turkey Century Education Mode		**Selin TÜRKCAN Prof. Dr. Gül KALELİ YILMAZ Prof. Dr. Dilek SEZGİN MEMNUN**	**Bursa Uludağ University**
An Investigation Of Middle School Mathematics Teachers' Views On The Use Of Geogebra		**Selin TÜRKCAN Prof. Dr. Gül KALELİ YILMAZ Prof. Dr. Dilek SEZGİN MEMNUN**	**Bursa Uludağ University**
Multiplicative Geometric Analysis Of Quaternion-Based Space–Time Curves In Minkowski Multiplicative Space		**Assoc. Prof. Dr. Zehra ÖZDEMİR**	**Amasya University**
Quaternionic Surfaces In Minkowski Multiplicative Space		**Assoc. Prof. Dr. Zehra ÖZDEMİR**	**Amasya University**
Vector-Like Quark Research		**İlkay TÜRK ÇAKIR**	**Ankara University**

28.12.2025 / Hall-20, Session-5			
	ANKARA LOCAL TIME		**MEETING ID:** 844 4053 5966
	13 ^{30} : 15 ^{00}		**PASSCODE:** 450687
HEAD OF SESSION: *Assoc. Prof. Dr. Muzaffer DENİZ*			
TOPIC TITLE		**AUTHORS**	**AFFILIATION**
The Role Of National Holidays In The Construction Of National Identity During The Single-Party Period		**Assoc. Prof. Dr. Muzaffer DENİZ**	**Van Yüzüncü Yıl University**
The Reflection Of Germany's Policies Toward The Regions And Nations Captured From The Soviet Union During The Second World War In Turkish Diplomatic Archival Documents		**Assist. Prof. Dr. Nurettin ÇAKICI**	**Trabzon University**
President Cevdet Sunay's Visit To West Germany		**Bahattin DEMİRTAŞ**	**Ankara Hacı Bayram Veli University**
Riyaziyyatda Laplas Çevrilməsinin Əsas Rolu		**Abbaslı Leyla Fərman**	**Naxçıvan Dövlət Universiteti/AZERBAIJAN**
President Kenan Evren's Visit To West Germany		**Bahattin DEMİRTAŞ**	**Ankara Hacı Bayram Veli University**
The Corrosion Of Social Bonds: From Historic Antep Houses To Apartments		**Ümran AÇIKGÖZ**	**Gaziantep University**

28.12.2025 / Hall-21, Session-5			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 30 : 15 00		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Prof. Dr. Hüseyin Vehbi İMAMOĞLU*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Unemployment Anxiety Among University Students: The Example Of Bayburt University	Abdurrahman KESKİN Zeynep GÜNGÖR	Bayburt University
Üniversite Öğrencilerinin Sekülerleşmeye İlişkin Tutumları	Zülal YILMAZ Assoc. Prof. Dr. Fatih ARSLAN	Sivas Cumhuriyet Universty
An Evaluation Of The Codification Movements In The Tanzimat Period In The First Half Of The Nineteenth Century	Prof. Dr. Hüseyin Vehbi İMAMOĞLU	Sinop University
An Evaluation Of The Penal Code Of 1840 In The Context Of The Modernization Of Ottoman Law	Prof. Dr. Hüseyin Vehbi İMAMOĞLU	Sinop University
Psychological Meaning In Internal Speech	Farzaliyeva Turkan Jalil qizi	Azerbaijan State Pedagogical University/AZERBAIJAN
The Mediating Role Of Meaning In Life In The Relationship Between Emotional Regulation And Mental Well-Being In Adolescents	Assist. Prof. Dr. Cihangir KAÇMAZ Mehmet Akif KAY	Kayseri Üniversitesi/Batman University

28.12.2025 / Hall-22, Session-6			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	13 30 : 15 15		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Assist. Prof. Dr. Hakan TURAN*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Kamu Yararı Gerekçesiyle Kamulaştırma: Hukuksal Meşruiyet Ve Toplumsal Etki Çerçevesinde Bir Değerlendirme	Assist. Prof. Dr. Hakan TURAN	Hitit University
Denetimli Serbestlik Görevlilerine İlişkin Araştırmaların İncelenmesi	Assist. Prof. Dr. Hakan TURAN	Hitit University
The Role Of Artıfıcıal Intellıgence In Enhancıng Cybersecurıty: A Proactıve Defense Approach	Gaini MUKHANOVA Aruzhan ABDYBAEYVA	Astana IT Üniversitesi/Kalkınma ve Uluslararası İşbirliği Dairesi/KAZAKİSTAN
Determınants Of The Aversıon To Loss Trend On Investor Reactıons	Msc Candidate Ali KÖSELER Prof. Dr. Fatih KONAK	Hitit University
The Impact Of Clımate Rısks On Fınancıal Performance: A Conceptual Framework For Turkey	Msc Candidate Ali KÖSELER Prof. Dr. Fatih KONAK	Hitit University
Kamu Yönetimi Ve Politika Geliştirme Süreçlerinde Zorunlu Göç Olgusu	Assist Prof. Dr. Galip USTA Lect. Dr. Kemal TORPUŞ	Trabzon University Artvin Çoruh University
Evaluation Of The Effect Of Family Planning Education Provided To Adolescent Fertile Women Among Syrian Refugees On Their Family Plannng Attitudes	Kafaa ALSHEİKH Adile NEŞE	Gaziantep University

28.12.2025 / Hall-23, Session-6			
	ANKARA LOCAL TIME		**MEETING ID:** 844 4053 5966
	13 [30] : 14 [45]		**PASSCODE:** 450687
HEAD OF SESSION: *Lect. Dr. Yasemin GEZER TUĞRUL*			

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Türkiye'de Cumhuriyet Dönemi'nde Yaşanan Kitlesel Göçlerin Ve Uygulanan Politikaların Değerlendirilmesi	**Fatma Buse İYİDİKER DOĞAN** **Dr. Atik ASLAN**	**Gaziantep University**
1980'lerde Yaşanan Balkan Göçü İle 2010'larda Yaşanan Suriye Göçüne İlişkin Politikaların Kamu Politikası Ve Siyasal Söylemler Açısından Değerlendirilmesi	**Burak Alp DOĞAN** **Dr. Onur TÜRKÖLMEZ**	**Gaziantep University**
Syrian Transnational Families: The Case Of Türkiye	**Songül ÖĞÜT** **Lect. Dr. Yasemin GEZER TUĞRUL**	**Van Yuzuncu Yıl University**
Alternative Models And Family Roles In Elderly Care: Social And Gender-Based Changes	**Lect. Dr. Yasemin GEZER TUĞRUL** **Mina Nur USLU**	**Van Yuzuncu Yıl University**

28.12.2025 / Hall-24, Session-6			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	14 00 : 15 45		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Prof. Dr. Doğan AYDIN*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
The Impact Of Smote-Based Resampling On KNN For Automated Sleep Staging: A Comparison With MLP	Ahmet Sertol KÖKSAL Mehmet BAKIR Enes Eren SÜZGEN	Yozgat Bozok University
Integrating Prompt Engineering Into Software Development Education In Vocational High Schools: A Step Toward AI-Supported Learning	Sezgin ÇEKEREKLİ Gül Fatma TÜRKER AKKAŞ	Suleyman Demirel University
Determination Of Matching Rates Of University Publications With Yök Research Subject Headings Using Machine Learning Techniques	Murat RESULOĞULLARI Prof. Dr. Doğan AYDIN	İzmir Katip Çelebi University
The Effect Of Cognitive Disorder On The Volume Of Short-Term Visual And Auditory Memory In Schoolchildren	Ass. Prof. E. J. HUSEYNOVA F. H. GULIYEVA	Gandja State University/AZERBAIJAN
Optimal Production Schedule Design In Cable Manufacturing Using Composite Genetic Algorithm	Hilal ÖNLER Prof. Dr. Doğan AYDIN	İzmir Katip Çelebi University
A Prototype Study For An Artificial Intelligence–Based Video Summarization And Learning Support System	Tuğçe DURMAZ Birim BALCI	Manisa Celal Bayar Üniversitesi
Creative Training And Its Pedagogical Foundations	Prof. Dr. Anvar ABBASOV	Baku Slavic University/AZERBAIJAN

28.12.2025 / Hall-25, Session-6			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	14 00 : 16 00		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Assist. Prof. Dr. Müslüm ÖZTÜRK*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Insulin Dosage Detection Using Random Forest Algorithm With Ovo Strategy	Fahriye GEMCİ	Kahramanmaras Sutcu Imam University
A Comparative Analysis Of Classical Image Processing Methods And Deep Learning–Based Approaches On Small-Scale Face Datasets	Lect. Dr. Yasin SANCAR	Ataturk University
Analysing The Relationship Between Art Therapy And Art Education: Mask Therapy Application Example	Cansu BEYHAN Prof. Dr. Aylin GÜRBÜZ	Trakya University
Creativity In Individuals With Special Needs: An Activity Example On Recycling With Buttons In The Field Of Visual Arts	Semanur ÇAKMIŞ Prof. Dr. Aylin GÜRBÜZ	Trakya University
Multi-Criteria Decision Making For The Evaluation Of Artificial Intelligence Models Using Fuzzy Cobra Method	Assist. Prof. Dr. Müslüm ÖZTÜRK	Kilis 7 Aralık University
The Role Of The Steam Approach In Informatics Education	Ayten MEMMEDOVA	Lankaran State University/AZERBEYCAN
In The Name Of Algorithms, The Power Is Mine: The Test Of Education And Democracy With Artificial Intelligence	Feyzullah ELAGÖZ Prof. Dr. Bülent ALAGÖZ	Gaziantep University
Laboratory Conditions In Science Education In Primary Schools: The Southeast Anatolia Region Example	Memet ŞAHAN Pelin METE	Atatürk University

28.12.2025 / Hall-26, Session-6			
	ANKARA LOCAL TIME		**MEETING ID:** 844 4053 5966
	14 ^{00} : 16 ^{00}		**PASSCODE:** 450687
HEAD OF SESSION: *Prof. Dr. Serdar Ethem HAMAMCI*			

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Objective Criteria Weighting And Compromise Ranking In End-Of-Life Tire Recycling: A Critic–Marcos Approach	Gülçin CANBULUT	Nuh Naci Yazgan University
The Use Of Phase Change Materials In Cooling Thermoelectric Modules	Perihan ÇULUN	Bingöl University
Comparative Analysis Of Modern Deep Learning Architectures For Disease Classification In Retinal Oct Images	Hasan ULUTAŞ Assoc. Prof. Dr. M. Emin SAHIN	Yozgat Bozok University/ Izmir Bakircay University
Design Of Pid Controller Based On Transient Response Control For Non-Minimum Phase Systems	Prof. Dr. Serdar Ethem HAMAMCI	İnönü University
Optimization Of Processing Parameters For Nanoclay-Reinforced E-Glass /Epoxy Composites İn Terms Of Chip Formation	Assist. Prof. Dr. Sakine KIRATLI Hüseyin GÖKÇE	Çankırı Karatekin University
Economic Impact Of State-Of-Charge Estimation In Pv–Bess Hybrid Systems	Dr. Kübra Nur AKPINAR	Marmara University
Economic Performance Analysis Of Photovoltaic–Battery Energy Storage Systems	Dr. Kübra Nur AKPINAR	Marmara University
Multi-Stage Axial Compressor Performance Mapping: Parametric Scan Of Back Pressure, Speed, And Input Temperature	Mehmet Ali ÖZTÜRK Ahmet YAPICI	Iskenderun Technical University

28.12.2025 / Hall-27, Session-6			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	14 ^{00} : 16 ^{00}		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Assoc. Prof. Dr. Asuman SAVAŞCIHABEŞ*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Cnts-Based Inorganic Hole Transport Material Enabling High Efficiency And Enhanced Stability In Perovskite Solar Cells	Fahriye SARI, Mahmut KUŞ Faruk ÖZEL	Konya Technical University/Recep Tayyip Erdogan University
Classification Of Laryngeal Lesions Using Artificial Intelligence-Based Deep Learning Methods	Orçun ORUÇ Prof. Dr. Ahmet ALKAN Kubilay Muhammed SÜNNETCİ	Kahramanmaraş Sütçü İmam University
Detection And Grading Of Periapical Lesions In Dental Tomography Images: Performance Analysis Of Densenet201 In The Sagittal Plane	Mahmut Nedim EKERSULAR Assist. Prof. Dr. Emine ARARAT Prof. Dr. Ahmet ALKAN Assist. Prof. Dr. Emre CULHA Lect. Oğuz Burhan ÇETİNKAYA	Kahramanmaraş Sütçü İmam University/Gaziantep University
Machine Learning–Enabled Resource And Network Optimization For 5g Networks	Assoc. Prof. Dr. Asuman SAVAŞCIHABEŞ	Nuh Naci Yazgan University
Comparison Of Refrigeration Systems Using R290 As An Alternative To R404a Based On Cop, Tewı And Lccp	Rayyan Ahmad Mahmoud ALHASHASH Abdullah DAĞDEVİREN Şafak ATAŞ	Karabuk University
The Effect Of Battery Storage Systems On Power System Frequency In Primary Frequency Control	Prof. Dr. Ahmet KARAARSLAN Mehmet Emrah ŞEKER	Ankara Yıldırım Beyazıt University
A Secure Landing System For Autonomous Uavs Based On Deep Learning And Slope Analysis With Thermal Sensor Support	Sercan KÖSE Alperen SARI Mustafa NAMDAR Arif BAŞGÜMÜŞ	Kutahya Dumlupinar University/Bursa Uludağ University
Smart Walking Stick For An Inclusive Life	Emir KARA Uğur KARABIÇAK Mustafa NAMDAR Arif BAŞGÜMÜŞ	Kutahya Dumlupinar University/Bursa Uludağ University

28.12.2025 / Hall-28, Session-7			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	14 30 : 16 15		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Prof. Dr. Cenk YAVUZ*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Production And Characterization Of Walnut Shell Reinforced Pvc Matrix Composites	Merve AKÇAKAYA Assoc. Dr. Eser YARAR Assoc.Prof. Dr. Fevzi Cakmak BOLAT Assoc. Prof. Dr. Emel KURAM Assoc. Prof. Dr.Alp Eren ŞAHİN	Kocaeli University/Gebze Techncal University
A Study Of Structural Parameters On The Vibration Characteristics Of Sandwich Plates With Tetrachiral Core And Functionally Graded Face Sheets	Fatih PEHLİVAN Kerim Gökhan AKTAŞ	Karabük University
Material Selections In Multifunctional Headlight Design For Commercial Vehicles	Hamdi YILDIZ Prof. Dr. Cenk YAVUZ	SANEL Sanayi Elektroniği İmalat ve Ticaret A.Ş./ Sakarya University /Sakarya Innovation Center (SAYMER)
The Framework Of Off-Grid Energy Systems Legislation In Türkiye And A Comparative Assessment With The Eu	Prof. Dr. Cenk YAVUZ	Sakarya University
Keystream Generation In RNA Space And Statistical Validation	Alev KAYA İbrahim TÜRKOĞLU	Fırat University
RNA-Based Image Encryption And Lossless Decryption Implementation	Alev KAYA İbrahim TÜRKOĞLU	Fırat University
An Assessment Of Wind Energy Potential And Current Status Within The Scope Of Türkiye's Renewable Energy Vision	Tamer ÖZKAVUKCU Salih SÖZER	Akdeniz University

28.12.2025 / Hall-29, Session-7			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	14 30 : 16 00		PASSCODE: 450687
HEAD OF SESSION: *Assoc. Prof. Dr. Bora ÇEKYAY*			

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
A Multi-Criteria Decision-Making Approach For The Selection Of New Product Development Projects In Generic Pharmaceutical Companies	Assoc. Prof. Dr. Bora ÇEKYAY Özge KÖSEM	Yıldız Technical University
Expertimental Investigation Of The Effects Of Oil Change On Seal-Piston Rod Friction Force And NVH Performance In Twin-Tube Telescopic Shock Absorbers For C-SUV Vehicles	Hasan Can KARAKAŞ	Bursa Uludağ University
Pid Velocity Control Of The Arm Slider Mechanism	Muhammet AYDIN	Firat University
Pid Position Control Of The Arm-Slider Mechanism	Muhammet AYDIN	Firat University
Ruled Surfaces With Smarandache Adjoint Base Curves Generated By Linear Combinations Of Bishop Frame Vectors	Esra DAMAR	Hitit University
Ruled Surfaces With A Smarandache Curve Derived From The Bishop Frame	Esra DAMAR	Hitit University

28.12.2025 / Hall-30, Session-7			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	14 30 : 16 30		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Prof. Dr. Zülfü GÜROCAK*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Parking Site Selection Using Gis-Based Location–Allocation Modeling: A Case Study Of Gtu Campus	Ali Doğan GÜMÜŞSOY Prof. Dr. Arif Çağdaş AYDINOĞLU	Gebze Teknik Üniversitesi Ulaşım Teknolojileri Enstitüsü
Gis-Based Analysis Of Spatial Density And Pedestrian Accessibility: A Smart City Approach Through The Gtu Campus Case Study	Ali Doğan GÜMÜŞSOY Prof. Dr. Arif Çağdaş AYDINOĞLU	Gebze Teknik Üniversitesi Ulaşım Teknolojileri Enstitüsü
The Excavability Characteristics Of Basalts Along The Route Of The Yoncalı Dam (Malatya) Water Transmission Tunnel	Prof. Dr. Zülfü GÜROCAK	Firat University
The Use Of Empirical Methods In Determining The Shear Strength Of Discontinuitions	Prof. Dr. Zülfü GÜROCAK	Firat University
Enhancing RT-DETR For Small Object Detection In Aerial Imagery Via Adaptive Feature Fusion	Ahmet ARAPOĞLU Assoc. Prof. Dr. Fatih ÖZYURT	Fırat University
Utilizing Unmanned Aerial Vehicles (Drones) For Enhanced Security Surveillance In Sensitive Areas	Abdurrahman El NECCAR Sohayb ABDULKERİM	Gaziantep University
Full Dynamic Modeling Of Coupled Dynamics And Energy Harvesting In A Gımbaled Pendulum System	Asaad Fawzy DARIJ Ghaida Ghaiath Al-SMAEIL Sohayb ABDULKERIM	Alsham University, Al-Sham University/ Gaziantep University/SYRIA
Performance Analysis Of Recurrent Neural Network Architectures In Classifying Tennis Strokes	İbrahim Cem BALCI Rana GÜRSOY İrem SAYIN Serkan SALTÜRK Hüseyin ÜVET	Yildiz Technical University

28.12.2025 / Hall-31, Session-7			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	14 30 : 15 45		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Assoc. Prof. Dr. Alp Eren ŞAHİN*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Effect Of Chestnut Shell And Hybrid Inorganic Fillers On The Mechanical Behavior Of Polypropylene Biocomposites	Osman GÜNER Tuana ORHUN Harun SEPETÇİOĞLU İdris KARAGÖZ	Yalova University/Konya Selçuk University
Production Optımization Of Pa Filament In 3d Printers	Yılmaz ALBUNAR Assoc. Prof. Dr. Alp Eren ŞAHİN	Kocaeli University
The Effects Of Lean Production Techniques On Reducing Carbon Footprint	Şahika GÜVENÇLİ Nuşin UNCU Neşe YALÇIN	Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University
A Climate Application Aimed At Reducing The Carbon Footprint For The Purpose Of Protecting Nature	Uğurhan ÇOLAK Ali ERDEM Arif Kaan BOLEL Efe GENÇ	Sivas Cumhuriyet Üniversitesi/Karabük University
Explainable Machine Learning Models: A Case Study On Airline Ticket Price Prediction	Yasemin OKAN Gülhayat GÖLBAŞI ŞİMŞEK	Yıldız Technical University

28.12.2025 / Hall-32, Session-7			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	14 [30] : 15 [45]		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Resc. Assist. Dr. Hasan Kıvanç YEŞİLTAŞ*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Nanopartikül İlavesi İle Kompozit Zırh Yeleklerin Geliştirilmesi	Recep ÖZDAL Nazım KUNDURACI	Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi/ZSR PATLAYICI SAN A.Ş.
Effect Of Pre-Turning Workpiece Surface Roughness On Post-Turning Surface Roughness And Power Consumption	Aslan AKDULUM	Hacettepe University
Numerical Investigation Of Airflow Rate Performance In Pyramid Type Cooker Hoods	Merih GÜLEN Abdullah Emre DEMİR Doğukan GÜNEŞ Öncel DİLBAZ Prof. Dr. İ. Etem SAKLAKOĞLU	Franke Mutfak ve Banyo Sistemleri San. Tic. A.Ş./ Ege University
Biological Importance Of Phosphorus, Environmental Risks And Removal Technologies	Resc. Assist. Dr. Hasan Kıvanç YEŞİLTAŞ Prof. Dr. Güray KILINÇÇEKER	Cukurova University
Water Footprint Management And Mitigating Strategies In Industrial Facilities	Resc. Assist. Dr. Hasan Kıvanç YEŞİLTAŞ Prof. Dr. Behzat BALCI	Cukurova University

28.12.2025 / Hall-1, Session-8			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	14 30 : 16 00		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Prof. Dr. Ali OKATAN*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Determine Load Capasity Of Polymer Ball Bearing With Different Ball Count	Assist. Prof. Dr. Burcu KÜÇÜKOĞLU DOĞAN Abdurrahim DAL Tuncay KARAÇAY	Muş Alparslan University/Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University/Gazi University
Blood Test Aı: An Artificial Intelligence Based System For Disease Prediction Using Blood Test Analysis	Prof. Dr. Ali OKATAN Burak BAYRAKTAR	İstanbul Aydın Üniversitesi
Production, Microstructural And Thermal Characterization Of Carbon Nanotube Reinforced Pla Filaments For Additive Manufacturing	Aykut ÇANAKÇI Muzaffer BAKİ Müslim Çelebi Sedat Alper TUNÇ	Karadeniz Technical University
Fabrication And Characterization Of Cnt-Reinforced Pla Composites Via Fff/Fdm	Aykut ÇANAKÇI Muzaffer BAKİ Müslim Çelebi Sedat Alper TUNÇ	Karadeniz Technical University
Exergy Prediction For A Dual Ranque–Hilsch Vortex Tube Using Machine Learning With Brass Nozzles	Dr. Ayhan DOĞAN Dr. Murat KORKMAZ Prof. Dr. Volkan KIRMACI	Hacettepe University/Bartın University
Comparative Analysis Of Machine Learning Regression Models For Predicting Exergy Efficiency In A Dual Vortex Tube With Aluminum Nozzles	Dr. Murat KORKMAZ Dr. Ayhan DOĞAN Prof. Dr. Volkan KIRMACI	Hacettepe University/Bartın University

28.12.2025 / Hall-2, Session-8			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	15 [00] : 16 [45]		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Assist. Prof. Dr. Süreyya NUR*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
The Relationship Between Dexa And Bone Mineral Density In Senile Osteoporosis	Lect.Narin KÜÇÜK Assist. Prof. Dr. Süreyya NUR	Hatay Mustafa Kemal University /Muğla Sıtkı Koçman University
Molecular Power Against Senile Osteoporozis: Sırt-3	Lect. Narin KÜÇÜK	Hatay Mustafa Kemal University /Muğla Sıtkı Koçman University
Can Chatgpt Provide Reliable Answers To Frequently Asked Questions About Tinnitus?	Tuba YEŞİL Abdullah ŞEYLAN Bayram Sönmez ÜNÜVAR	KTO Karatay Üniversitesi
Primary Health Care Approach To Diyabetic Foot	Gülsüm TOZLU BİNDAL	Isparta City Hospital
Clinical Application Of The Midkine Parameter In Human Medicine And Its Potential In Veterinary Medicine	Buğra Çağrı SANLI Assist. Prof. Dr. Yasin PARLATIR	Vetprime Animal Hospital/Kırıkkale University
Diagnostic Performance Of MRCP In Isolated Pancreatic Duct Dilatation: Assessing Bening And Malignant Causes	Ayşe KEVEN	Akdeniz University
Psychological Resilience Among University Students: A Theoretical Review Of Individual Risk Factors	Sibel TORUNOĞLU Prof. Dr.Ömer Faruk ERDOĞAN	Kütahya Dumlupınar University

28.12.2025 / Hall-3, Session-8

	ANKARA LOCAL TIME		**MEETING ID:** 844 4053 5966
	15 ^{00} : 17 ^{15}		**PASSCODE:** 450687

HEAD OF SESSION: *Assist. Prof. Dr. Yasemin ŞİMŞEK TÜRKER*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Comparative Research Of Lvl And Clt In Wood-Concrete Composite Systems	Assist. Prof. Dr. Yasemin ŞİMŞEK TÜRKER	Suleyman Demirel University
Investigation Of Lvl-Concrete Composites Behavior	Assist. Prof. Dr. Yasemin ŞİMŞEK TÜRKER	Suleyman Demirel University
Monthly Streamflow Prediction Using Era5-Land Reanalysis Data In Data-Scarce Basıns	Dr. Abdulhadi PALA	Gaziantep University
Monthly Precipitation Prediction Using Merra-2 Reanalysis Data In Data-Scarce Basıns	Dr. Abdulhadi PALA	Gaziantep University
Statıc Structural Analysıs Of Fdm Parts Wıth Honeycomb Internal Structure Usıng Fınıte Element Method	Mehmet Safa BODUR Assoc. Prof. Dr.Ali AVCI	Yildiz Technical University/Hakkari University
The Effect Of Annealıng Poly(Lactıc Acıd) Produced By Addıtıve Manufacturıng At Dıfferent Temperatures On Its Mechanıcal Properties	Mehmet Safa BODUR Assoc. Prof. Dr.Ali AVCI	Yildiz Technical University/Hakkari University
Examınatıon Of The Advantages And Dısadvantages Of Crawler And Truck-Mounted Drıllıng Rıgs In Open-Pıt Mınes	Mürsel ORAK Savaş KOÇ	Gumushane University/Bentaş Bentonit A.Ş
PLC-Controlled Dual Roll Fluting Machine: Performance Comparison With Conventional Systems	Abdullah Zekai KIVRIM Ahmet BOZDEMİR Prof. Dr. Mehmet BAĞCI	Konya Teknik Üniversitesi/Yenar Döküm A.Ş.
Experımental Investıgatıon Of Backwash Wastewater Recovery In Swımmıng Pools	Ahmet Burak GÜLBUDAK Hasbi KIZILHAN	Suleyman Demirel University

28.12.2025 / Hall-4, Session-8			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	15 ^{00} : 17 ^{00}		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Assist. Prof. Dr. Neslihan ÇELİK*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Graduate Theses Related To The Field Of Visual Arts In Early Childhood In Turkiye	Lect. Dr. Hasan Uğur SERDAROĞLU	Tokat Gaziosmanpaşa University
The Rise Of Green Sukuk In The Global Sukuk Market: A Comparative Analysis With Traditional Sukuk	Muhammed Hadin ÖNER	Aksaray University
The Relationship Between Liquidity And Profitability In Islamic Banks: Panel Data Findings	Muhammed Hadin ÖNER	Aksaray University
From Compliance To Competence: A Longitudinal Content Analysis Of Aviation English Research In The Turkish Efl Context (2008–2025)	Lect. Dr. Mihriban ÖZGÜN	University of Turkish Aeronautical Association
We Speak, Therefore We Exist… Small Talks Among White-Collar Workers At The Workplace	Berna TURAK KAPLAN Assoc. Prof. Dr. Mehmet KAPLAN	Isparta University Of Applied Sciences
Working In A Shared Office: Expectations And Challenges	Berna TURAK KAPLAN Assoc. Prof. Dr. Mehmet KAPLAN	Isparta University Of Applied Sciences
The Logistics Sector In The Global Economy And In Türkiye: The Role Of Smart Contracts	Assist. Prof. Dr. Neslihan ÇELİK	Marmara University
Challenges Experienced By Individuals With Disabled Siblings: The Diyarbakır Example	Muhlise CANLI	Gumushane University

28.12.2025 / Hall-5, Session-8			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	15 [30] : 17:[15]		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Prof. Dr. Gonca BÜYÜKMIHÇI*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Examination Of The Use Of Contemporary Additions In Historic Buildings Within The Context Of Ago Modena's Kinetic Roof Application	Deniz DEMİR Prof. Dr. Gonca BÜYÜKMIHÇI	Erciyes University
An Evaluation Of The Beşiktaş / Dolmabahçe Stadium Road Within The Framework Of Universal Design Principles	Begüm NİZAM	Işık University
The Psychological Reflections Of Space: A Comparative Period Analysis Of Seating Area Furnishing Arrangements From Past To Present	Zeynep Semanur USTACAN Assist. Prof. Dr Hüseyin ZÜLFİKAR	Istanbul Sabahattin Zaim University
Analysis Of Traditional Houses In Uzuntaş Village, Hizan District, From An Ecological Perspective	Mizgin GÖKÇE SALIK	Ağrı İbrahim Çeçen University
The Transformation Of Squatted Spaces In The Context Of Architectural Design Paradigms: An Examination Through The Phenomenon Of Squatter Settlements	Mizgin GÖKÇE SALIK	Ağrı İbrahim Çeçen University
Farklı Şehir İklimlerinin Ofis Binalarında Isı Kaybı ve Kazancı Üzerindeki Etkisi: 6 cm Yalıtım Kalınlığı İçin Karşılaştırmalı Bir Analiz	Mustafa Safa ORAKÇI Hatice Elif Beytekin Salih COŞKUN	Bursa Uludağ University
Yalıs In Istanbul Residential Architecture	Özgü AYDOĞDU	Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi

28.12.2025 / Hall-6, Session-8

	ANKARA LOCAL TIME		**MEETING ID:** 844 4053 5966
	15 [30] : 18 [00]		**PASSCODE:** 450687

HEAD OF SESSION: *Assist. Prof. Dr. Sevde Gülizar DİNÇER*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Artificial Intelligence In Interior Design Education: An Evaluation Of Current Research	Halil Yasin DİLEK Rabia KÖSE DOĞAN	Konya Food and Agriculture University/Selçuk University
A Bibliographic Analysis On The Interdisciplinary Use Of Eye Tracking Technology	Havva ÖZKAN Prof. Dr. Zeynep Yeşim İLERİSOY	Gazi University
Hourly $PM_{2.5}$ Prediction Using Air Quality And Meteorological Data: A Deep Learning Approach	Assist. Prof. Dr. Erdem ÇOBAN	Haliç University
The Relatıonshıp Between Occupatıonal Health And Safety In The Constructıon Sector And Dıgıtalısatıon: A Bıblıographıc Analysıs In The Context Of Industry 4.0	Elif AYGÜN Prof. Dr. Zeynep Yeşim İLERİSOY	Gazi University
Urban Memory As Phantom Pain: The Space–Place Tension In Nusret Köklü's Maps	Lect. Dr. Fatma Sinem Akbulut	Celal Bayar University
Pasif Ev Kriterleri Ve Geleneksel Konut Plan Morfolojisi: Form Faktörü Odaklı Bir Değerlendirme	Assist. Prof. Dr. Sevde Gülizar DİNÇER	Konya Food and Agriculture University
Issues Of Developıng The Infrastructure Of The Real Estate Market In Uzbekıstan	Turdibekov Yusuf Ibragimovich	Samarkand State University/UZBEKISTAN
Preservıng Identıty In Hıstorıcal Buıldıngs: The Interıor Desıgn Of The Amsterdam Rıjksmuseum	Assoc.Prof.Dr.Elif ÖZDOĞLAR Assoc.Prof.Dr.Çağrı YALÇIN	Dumlupınar University
A Spatıal Exhıbıtıon Of Musıcal Memory: The Museum-Inspıred Interıor Desıgn Concept Of Hard Rock Café	Assoc.Prof.Elif ÖZDOĞLAR Assoc.Prof.Dr.Çağrı YALÇIN	Dumlupınar University

28.12.2025 / Hall-7, Session-8			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	15 [30] : 17 [15]		PASSCODE: 450687
HEAD OF SESSION: *Assoc. Prof. Dr. Eda ÖZ ÇELİKBAŞ*			

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Constructing Masculinity In Daytime Cooking Shows: The Case Of Zuhal Topal'la Yemekteyiz	Res. Assist. Dr. Sumru YILDIRIM	Aydın Adnan Menderes University
New Representation Order: Artificial Intelligence And Hyperreality In Documentary Film	Res. Assist. Dr. Sumru YILDIRIM	Aydın Adnan Menderes University
Violin–Piano Arrangement of Joseph Haydn's Op. 3 No. 5 Work, "Andante Cantabile" Movement: A Transcription Study in Structural and Performance Dimensions	Assoc. Prof. Dr. M. Güneş Açıkgöz Assoc. Prof. Dr. Hayri Akbudak	Inönü University
A Descriptive Examination Of Opera Vocal Competitions Organized In Turkey	Assist. Prof. Dr. Cemalettin BAYDAĞ	Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi
Archaeo-Therapy As Witnessing The Moment: A Multicultural State Of Being In The Here And Now	Assoc. Prof. Dr. Eda ÖZ ÇELİKBAŞ	Karabuk University
Art Therapy In Education: Dewey, Naumburg, Kramer, Malchiodi, Steiner, Stern	Assoc. Prof. Dr. Eda ÖZ ÇELİKBAŞ	Karabuk University
A Review On Use Of Uav's In Postal Services	Lect.Özer Deniz ÇETİNTAŞ Ahmet ÖZCAN Mehmet KONAR	Kapadokya University/Erciyes Universty

28.12.2025 / Hall-8, Session-8			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	16 ^{00} : 18 ^{00}		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Lect. Vildan KAVŞUT KAPLANOĞLU*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Determination Of Problems Of Businesses Operating In Jewelry Sector In Midyat District Of Mardin Province	Lect.Vildan KAVŞUT KAPLANOĞLU Elif İNCİ, Edanur İLBAŞ Pınar IŞIKLI, Şerif ARSLAN Ömer GELEN	Mardin Artuklu University
Hazardous Area Classification And Its Impact On HVAC Design: A Case Study Of A Gas Engine Generator Enclosure	M. Bilgehan ŞAHİN Yusuf SAYAN	Rönesans Endüstri Tesisleri Tasarım Merkezi
Designing An Error Prediction Algorithm For Intelligent Coding Education Platforms	Lect. Sevinç PARLAK	Doğuş University
The Metaphor Of Control And Surveillance In Advertisements: An Examination Of The Panopticon Concept Through Apple's Advertising Campaign	Lect. Şule ÖZEL Prof. Dr. Erhun ŞENGÜL	Muğla Sıtkı Koçman University/Isparta University of Applied Sciences
The Relationship Between Video Games And Violence: A Comparative Analysis Of The Movies "Playing Columbine" And "Elephant"	Leyla ULUÇAM Prof. Dr. Ali M. BAYRAKTAROĞLU	Trakya University
Comparison Of Natural Ventilation Methods According To Different Climate Zones In High-Rise Buildings	Res. Assist. Emine Şeyma ERKAN Assist. Prof. Dr. Fazilet TUĞRUL OKBAZ	Istanbul Rumeli University/Gebze Technical University
Symbolism And Aesthetic Perception Of Qızılbash In The Tabriz School Of Miniature Painting	Sabina NAMAZOVA	Azerbaijan State University of Culture and Arts/AZERBAIJAN
Symbiogenisis; Evolution Through Symbiosis: Conceptualizing A Third Space For Employee Well-Being	Zoha Rafi Rimsha Imran	Lahore College for Women University/PAKİSTAN

28.12.2025 / Hall-9, Session-8			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	16 ^{00} : 18 ^{00}		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Professor Dr. Remus RUNCAN*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
The Mediating Role Of Job Commitment In The Effect Of Job Satisfaction On Cyberloafing Behaviors: A Study On Hotel Employees	Yaren GÜNDOĞAN Assist. Prof. Dr. Saadet ÖZTÜRK	Hasan Kalyoncu Üniversitesi
Examining The Relationships Between Adhd Symptoms, Binge Eating Behavior And Emotion Regulation Difficulties In Woman	Şule Sıla TANIŞLAR Assist. Prof. Dr. Nilgün ONNAR	İstanbul Arel University
Examining The Mediating Role Of Cognitive Flexibility In The Relationship Between Mindfulness And Thought–Action Fusion	Ayşem BAHŞİ Assist. Prof. Dr.Gökhan ÖZCAN	Haliç University
Experiences Of Elderly Residents İn Residential Care Homes	Costan Ana-Maria-Otilia Professor Dr. Remus RUNCAN	Aurel Vlaicu University/ROMANIA
Investigation Of Psycho-Cognitive Performance In Married And Divorced Parents	Gizemay AKKIRIK SARIDEDE Assist. Prof.Dr. Zeynep KÜÇÜK	Işık University
Role Of Empathy İn The Relationship Between Pets Attachment And Mental Health Among Pet Owners	Bakhtawar Fakhar Umm Eman Syed	RAWALPINDI WOMEN UNIVERSITY
A Study Of Life Orientation Among Individuals Affected By War	Assoc. Prof. Dr. Ina Shanava Prof. Dr. Eliso Kereselidze Assoc. Prof. Dr. Mariam Gvilava	Georgian International University /GEORGIA
An Analysis Of Japan's Example In Disaster Preparedness And The Importance Of Self-Help	Assoc. Prof. Dr. Feyza Çağla ORAN	Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi

28.12.2025 / Hall-10, Session-9			
	ANKARA LOCAL TIME		**MEETING ID:** 844 4053 5966
	16 [00] : 17 [15]		**PASSCODE:** 450687
HEAD OF SESSION: *Assoc. Prof. Dr. Hasan Hüseyin MUTLU*			

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
The Body's Fınal Destınatıon: 'Earth/Grave' In The Gülzâr-I İrfân	Res. Assist. Dilek YALÇIN	Gümüşhane University
Desıgnıng A Professıonal Development Program For In-Servıce Efl Teachers On 21st-Century Skılls	Dr. Şeyda SAVRAN ÇELİK	SDÜ
Burhan Arpad's Theatre Crıtıcısm	Assist. Prof.Dr. Zeynep ŞENER	AHBV University
Current Issues In Teachıng Turkısh As A Foreıgn Language: An Evaluatıon From The Perspectıve Of Currıculum, Materıals, And Implementatıon.	Assoc. Prof. Dr. Hasan Hüseyin MUTLU	Ordu University
Current Issues In Teachıng Turkısh As A Natıve Language: Currıculum, Materıals, And Implementatıon Dımensıons	Assoc. Prof. Dr. Hasan Hüseyin MUTLU	Ordu University

28.12.2025 / Hall-11, Session-9			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	16 00 : 18 15		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Assoc. Prof. Dr. Hikmet AKYOL*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Disaster Risk Reduction And Natural Disasters In Asean Countries	Assoc. Prof. Dr. Hikmet AKYOL Lect. Lokman ODABAŞ Res. Assist. Zümral ERDEM	Gümüşhane Üniversitesi/Trabzon Üniversitesi/Erzurum Teknik Üniversitesi
The Relationship Between Digitalization And Gender-Based Wage Inequality In G20 Countries	Assoc. Prof. Dr. Hikmet AKYOL Assoc. Prof. Dr. Melahat BATU AĞIRKAYA	Iğdır Üniversitesi/Gümüşhane Üniversitesi
Artificial Intelligence In Nursing Education	Kübra AYMELEK HACIOSMANOĞLU	Yüksek İhtisas Üniversitesi
Telehealth Applications And Nursing In The Management Of Chronic Diseases	Kübra AYMELEK HACIOSMANOĞLU	Yüksek İhtisas Üniversitesi
Artificial Intelligence Based Clinical Decision Support Systems In Psychiatric Care: A Systematic Review From The Perspective Of Psychiatric Nursing Practice	Assist. Prof. Dr. Tuba ÇÖMEZ İKİCAN	Istanbul University
The Relationship Between Health Concern And Self-Efficacy In Individuals Diagnosed With Chronic Obstructive Pulmonary Disease	Zeliha BÜYÜKBAYRAM GENÇ Assoc. PRof. Dr.Leyla ZENGİN AYDIN	Siirt University/Dicle University
Cultural Sensitivity In Patient-Centred Care And Its Reflections In Cinical Practice	Assoc. Prof. Dr.Leyla ZENGİN AYDIN	Dicle University
Determination Of Thirst-Related Discomfort During The Surgical Period In Patients Undergoing Neurosurgery	Mehmet Furkan KILIÇ	Gaziantep University
Trochanter Tertius: A Variation Of The Femur	Uzm. Dr. Melike TAŞCİ Assist. Prof. Dr. Burhan YARAR	Ataturk University

28.12.2025 / Hall-12, Session-9			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	16 ^{00} : 17 ^{45}		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: ***Abdurrahman AKDAG***

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Corrosion Behaviour Of Poly(Aniline-Co-N-Methypyrrole) Film On Znni Plated Electrode	Abdurrahman AKDAG	Harran University
Poly(N-Methypyrrole-Co-N-Methylaniline) On Znfe Plated Carbon Steel	Abdurrahman AKDAG	Harran University
Flipped Learning Approach In Health Education: A Literature Review	Dr. Sümeyra DAMSARSAN Res. Assist. Gizem AYDEMİR	University of Health Sciences
Structured Instructional Approaches In Clinical Skills Training: Peyton's Four-Step Teaching Model	Res. Assist. Gizem AYDEMİR Dr. Sümeyra DAMSARSAN	University of Health Sciences
A Study On The Effect Of Covıd-19 Fear On Stress, Depressıon, And Anxıety Levels	Fethiye YAKAR Assoc. Prof. Dr. Zülkif YALÇIN	Munzur University
A Research On The Applıcatıon Of Actıvıty-Based Costıng Method	Gülcan ZENGİN Assoc. Prof..Dr. Zülkif YALÇIN	Munzur University
The Relationship Between Perceived Spouse Support And Depression, Anxiety, And Stress	Beyzanur YILMAZ ÖZTÜRK Res. Assist.Merve İBRAHİMOĞLU Prof. Dr. Ercümend ERSANLI	Ondokuz Mayıs University

28.12.2025 / Hall-13, Session-9			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	16 30 : 17 45		PASSCODE: 450687
HEAD OF SESSION: *Prof. Dr. Elvettin AKMAN*			

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
An Analysis Of Postgraduate Theses On Fomo In Turkey	Prof. Dr. Elvettin AKMAN	Süleyman Demirel University
An Analysis Of Postgraduate Theses On Policy Boards	Prof. Dr. Elvettin AKMAN	Süleyman Demirel University
The Impact Of Sustainability In The Services Sector On The Capital Structure Of Eu Countries	Muhammed DEDE Prof. Dr. Ersan ERSOY	İnönü Üniversitesi/Uşak University
The Impact Of ESG Scores On The Capital Structure Of Manufacturing Industry Companies In European Union Countries	Muhammed DEDE Prof. Dr. Ersan ERSOY	İnönü Üniversitesi/Uşak University
Macro-Financial Drivers Of Bitcoin Monthly Returns: Evidence From U.S. Policy, Inflation, Term Structure, And Risk Sentiment	Çağlar SÖZEN	Giresun University

28.12.2025 / Hall-14, Session-9			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	16 30 : 17 15		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Assist. Prof. Dr.Mustafa Furkan KESKENLER*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Predıctıng Dıvorce Probabılıty Usıng Artıfıcıal Intellıgence-Based Models: A Machıne Learnıng Approach	Assist. Prof. Dr.Mustafa Furkan KESKENLER Eyüp Fahri KESKENLER	Atatürk University/ Bayburt University
Analytıcal Modelıng And Parametrıc Optımızatıon Of Abrasıve Water Jet (Awj) Machınıng Process Based On Hydrodynamıc And Trıbologıcal Prıncıples	Arslan KAPTAN Fuat KARTAL	Sivas Cumhuriyet University/Kastamonu University
Mathematıcal Modelıng Of Turnıng Operatıon Wıth Abrasıve Water Jet (Awj)	Arslan KAPTAN Fuat KARTAL	Sivas Cumhuriyet University/Kastamonu University
Analysıs Of The Mechanıcal Performance Of Dıfferent Auxetıc Patterns	C. Oktay AZELOGLU Metehan KARDELEN Hamit KENAN	Yildiz Technical University/Antalya Bilim University
The Role Of Actıve Rfıd Systems In The Healthcare Sector	İlknur DÜNDAR ÖZÇELİK İlkay SARAÇOĞLU	Haliç University
Economıc Comparıson And Evaluatıon Of The Forecastıng Challenge In The Energy Market Caused By Wınd Power Generatıon Imbalances Wıth Storage Systems	Simge ACAR	İstanbul Teknik Üniversitesi
Determınıng The Cleanıng Perıod Of Pv Solar Panels Usıng Image Processıng And Sımulatıon	MALİK CEBRAİL Assoc. Prof. Dr. Ceyda AKSOY TIRMIKÇI	Sakarya University

28.12.2025 / Hall-15, Session-9			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	16 30 : 17 45		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Uzm. Dr. Muhammed KORKMAZ*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Feedback Approaches In Psychomotor Skill Instruction: A Literature Review Based On The Field Of Sports Sciences	Kürşat SENGER	Kars Kafkas University
Rare Cause Of Chronic Left Shoulder Pain And Upper Extremity Paresthesia: Cervical Intradural-Extramedullary Mass	Uzm. Dr. Muhammed KORKMAZ	Elazig Fethi Sekin City Hospital
Examination Of Adolescents' Body Perceptions In Terms Of Various Variables	Ali DOĞAN Prof. Dr. Bekir MENDEŞ	Gaziantep University
A Research On The Legal Processes Of Sports Enterprises	Lect. Dr. Zafer GAYRETLİ Prof. Dr. İlker ÖZMUTLU	Karadeniz Technical University Tekirdağ Namık Kemal University
The Role Of Sponsorship Laws In Sports Clubs: A Legal And Financial Analysis	Lect Dr. Zafer GAYRETLİ Prof. Dr. İlker ÖZMUTLU	Karadeniz Technical University Tekirdağ Namık Kemal University

28.12.2025 / Hall-16, Session-9			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	16 30 : 17 45		PASSCODE: 450687

HEAD OF SESSION: *Assoc. Prof. Dr.Gülsüm KORKUT*

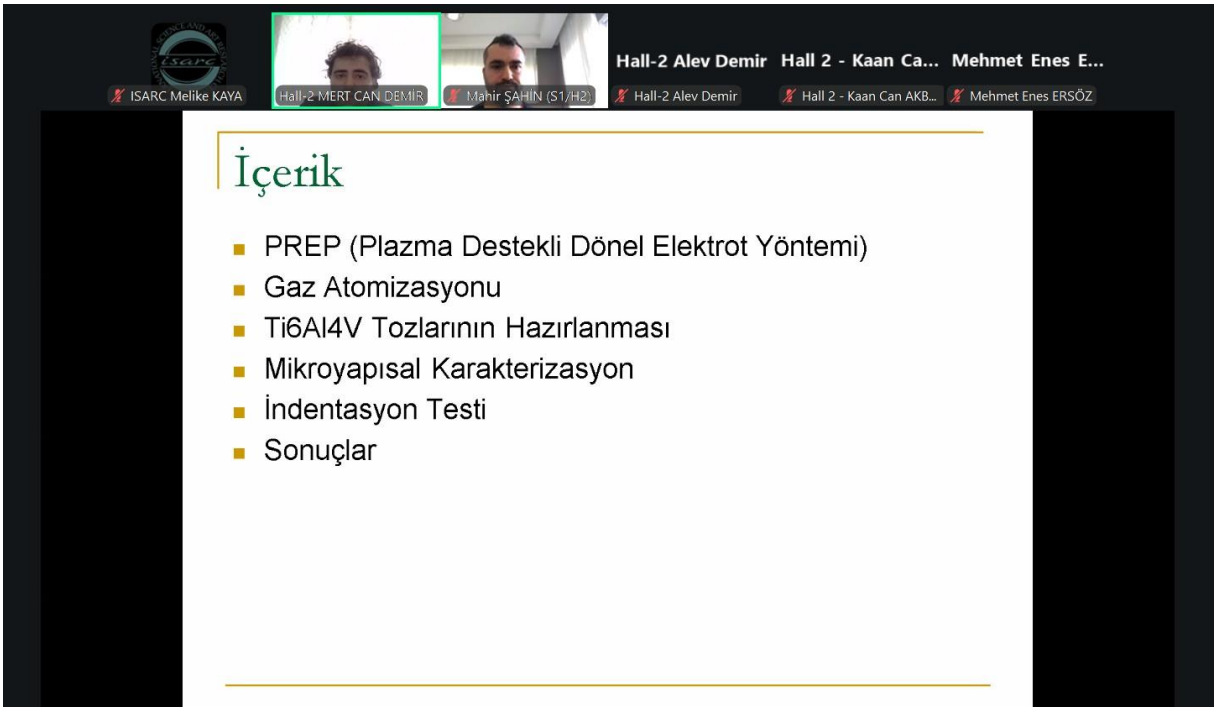
TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
An Examınatıon Of Graduate Theses And Tr Dizın Artıcles Wrıtten On Aged-Frıendly Cıtıes In Turkey	Şirin KILIÇDOĞAN Prof. Dr. Harun CEYLAN	Yalova University
An Analysıs Of Postgraduate Theses Wrıtten On Socıal Support For People Wıth Dısabılıtıes In Turkıye	Res. Assist.Rümeysa ÇETİNKAYA Prof. Dr.Harun CEYLAN	Yalova University
Assessıng Populatıon Agıng In Terms Of The Sustaınabılıty Of Socıal Securıty Systems	Assoc. Prof. Dr.Gülsüm KORKUT	Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
Old Age As A Socıal Problem	Assoc. Prof. Dr.Gülsüm KORKUT	Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi
The Dynamics Of Conflict, Power, And Violence In Marital Relationships	Zülal ŞAHİN	Yalova University

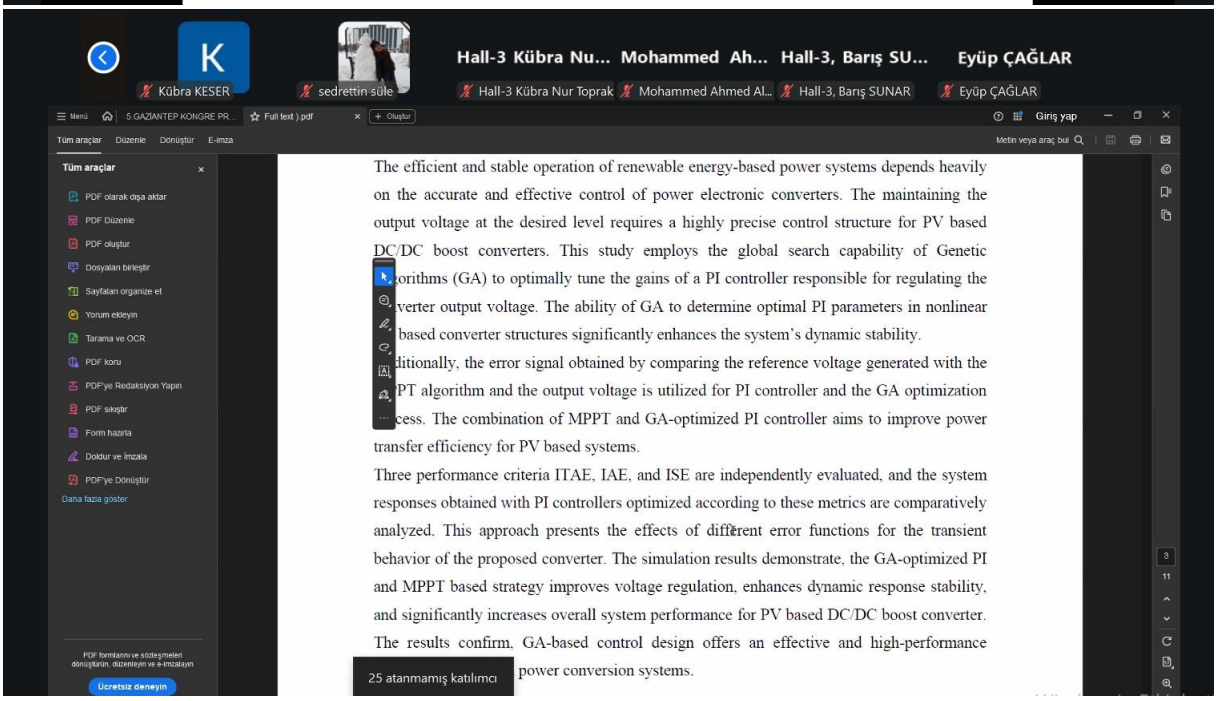
28.12.2025 / Hall-17, Session-9			
	ANKARA LOCAL TIME		MEETING ID: 844 4053 5966
	16 30 : 17 45		PASSCODE: 450687

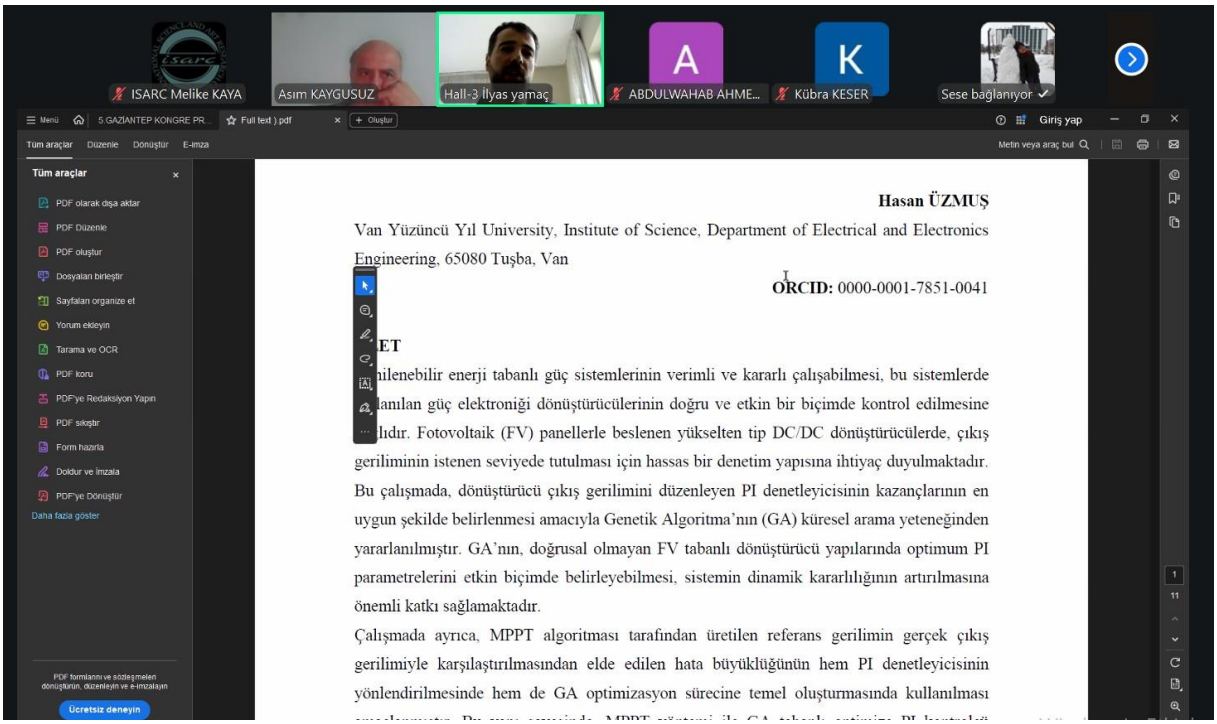
HEAD OF SESSION: *Dr. Süleyman DEMİR*

TOPIC TITLE	AUTHORS	AFFILIATION
Auditory And Visual Attention Deficits And Language Development In Children With Cerebral Palsy	Sinan ÖZYURT	Gaziantep Islam Science and Technology University
Emotional Regulation And Bipolar Vulnerability In The Early Language Acquisition Process	Sinan ÖZYURT	Gaziantep Islam Science and Technology University
The Transformatıon Of Namıng Practıces In Turkey Between 2003-2022: A Socıo-Onomastıc Assessment	Lect. Abdurrahman SEVER	Adıyaman University
The Constructıon Of Cultural Meanıngs Through Vırtual Proverbs: Chatgpt's Language Generatıon	Dr. Süleyman DEMİR	Gümüşhane University
The Evaluatıon Of Turkısh Course Currıculums Dated 2019 And 2024 In The Context Of Phılosophy For Chıldren (P4c)	Kübra SARAÇOĞLU Prof. Dr. Latif BEYRELİ	Marmara University

PHOTO GALERY







Hasan ÜZMUŞ

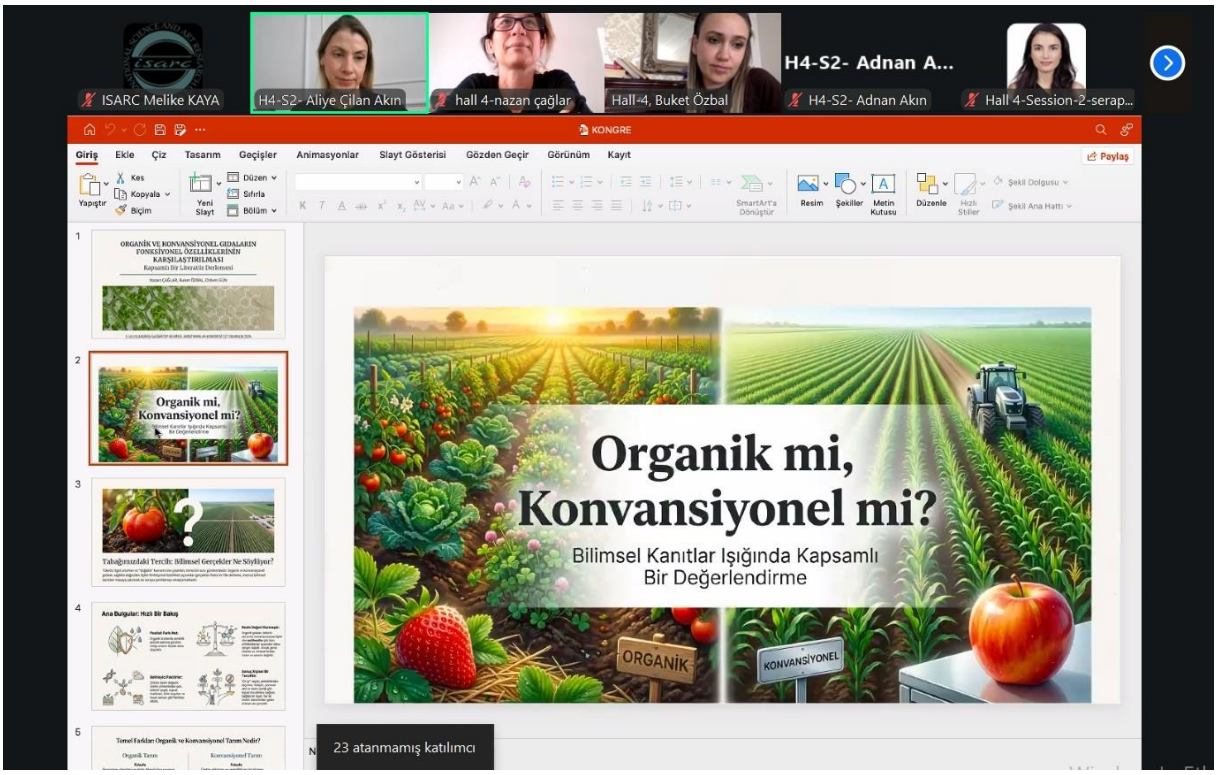
Van Yüzüncü Yıl University, Institute of Science, Department of Electrical and Electronics Engineering, 65080 Tuşba, Van

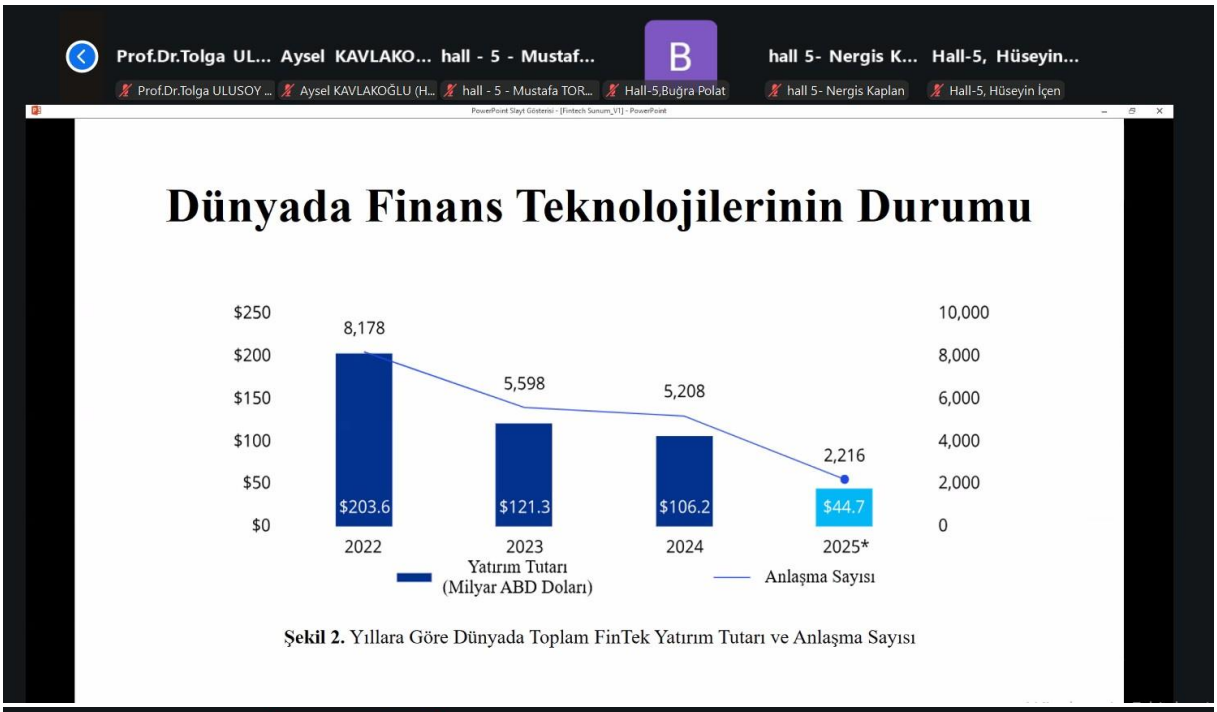
ORCID: 0000-0001-7851-0041

ET

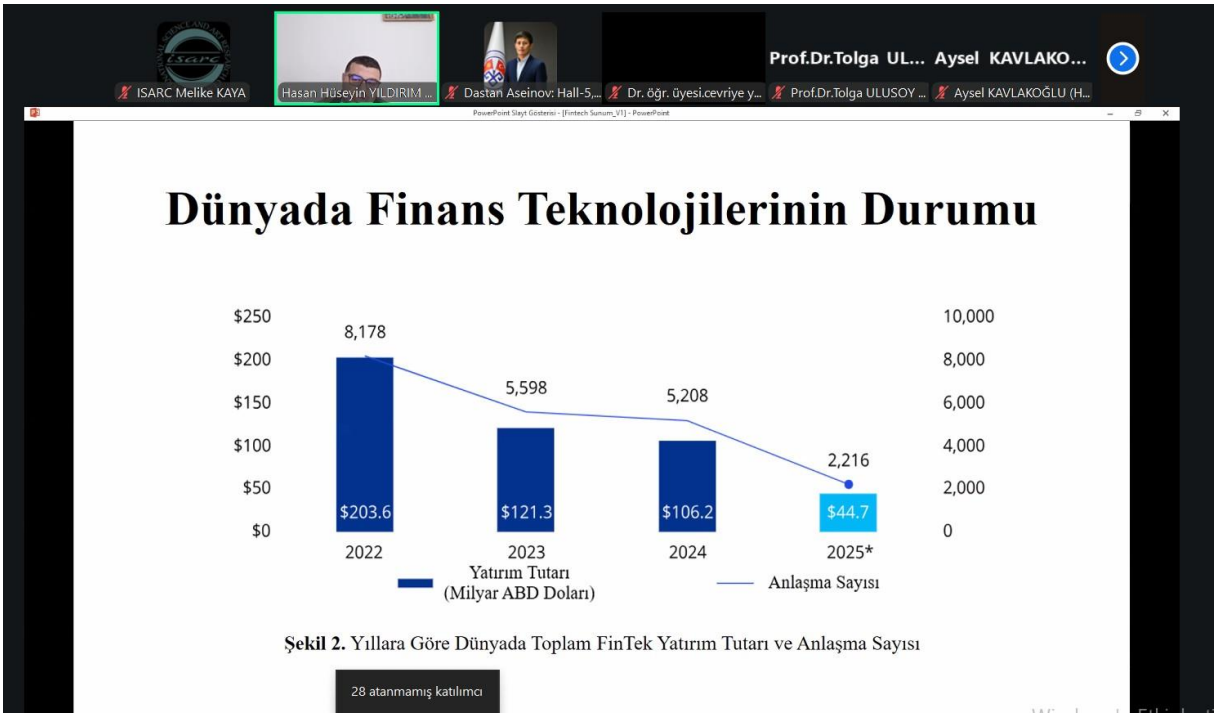
ilenebilir enerji tabanlı güç sistemlerinin verimli ve kararlı çalışabilmesi, bu sistemlerde lanılan güç elektroniği dönüştürücülerinin doğru ve etkin bir biçimde kontrol edilmesine lıdır. Fotovoltaik (FV) panellerle beslenen yükselten tip DC/DC dönüştürücülerde, çıkış geriliminin istenen seviyede tutulması için hassas bir denetim yapısına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, dönüştürücü çıkış gerilimini düzenleyen PI denetleyicisinin kazançlarının en uygun şekilde belirlenmesi amacıyla Genetik Algoritma'nın (GA) küresel arama yeteneğinden yararlanılmıştır. GA'nın, doğrusal olmayan FV tabanlı dönüştürücü yapılarında optimum PI parametrelerini etkin biçimde belirleyebilmesi, sistemin dinamik kararlılığının artırılmasına önemli katkı sağlamaktadır.

Çalışmada ayrıca, MPPT algoritması tarafından üretilen referans gerilimin gerçek çıkış gerilimiyle karşılaştırılmasından elde edilen hata büyüklüğünün hem PI denetleyicisinin yönlendirilmesinde hem de GA optimizasyon sürecine temel oluşturmasında kullanılması



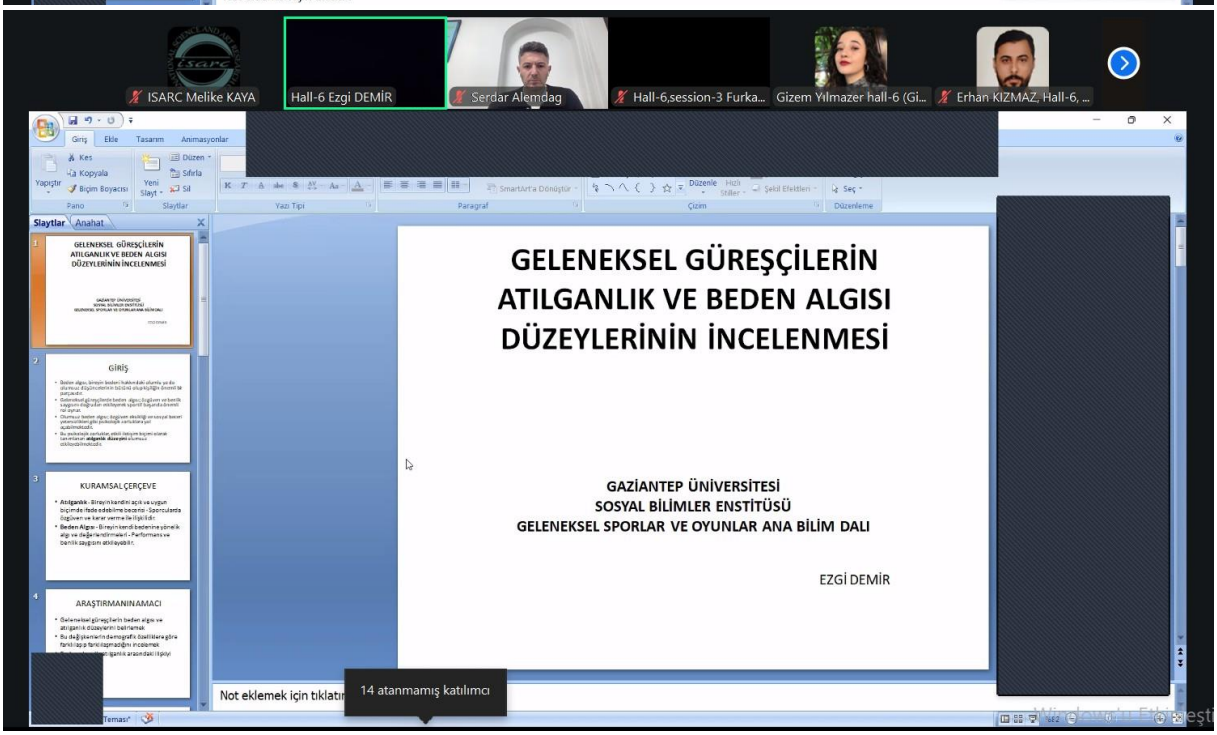


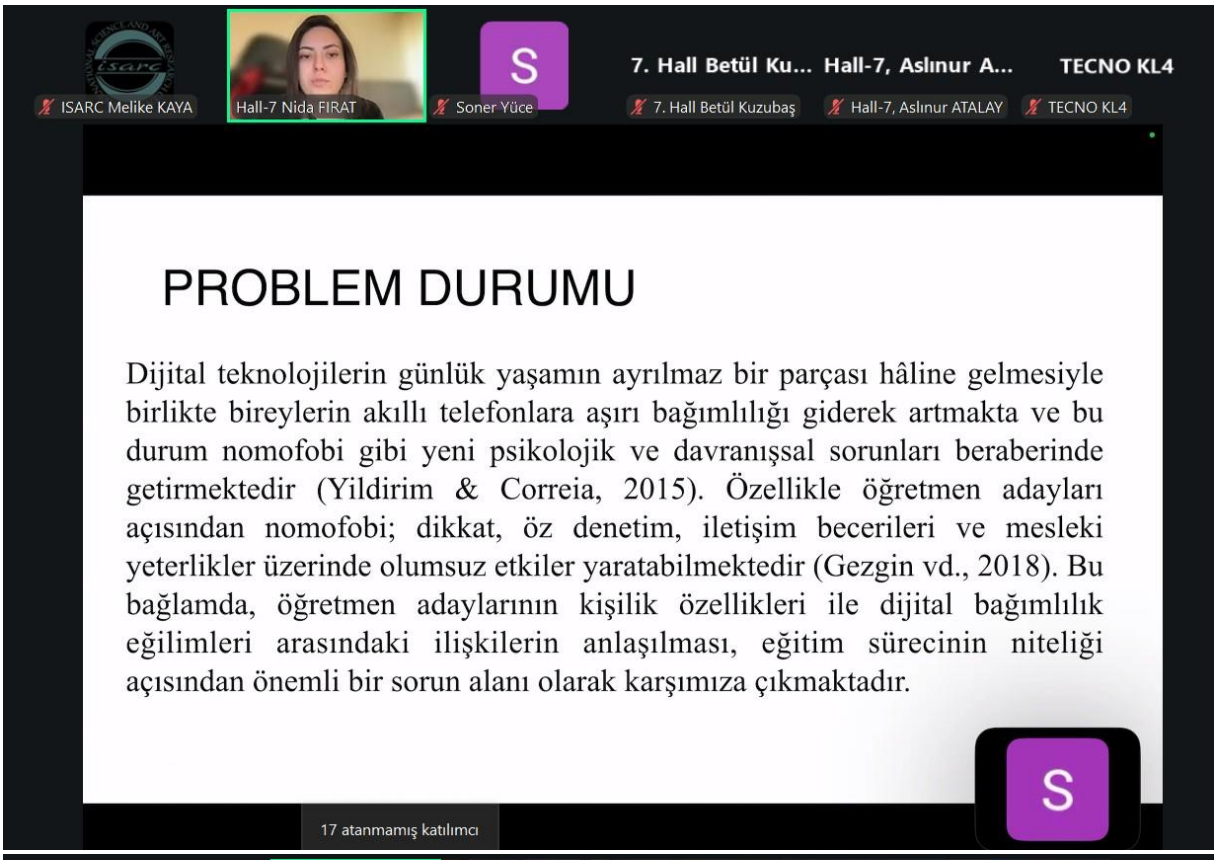
Şekil 2. Yıllara Göre Dünyada Toplam FinTek Yatırım Tutarı ve Anlaşma Sayısı

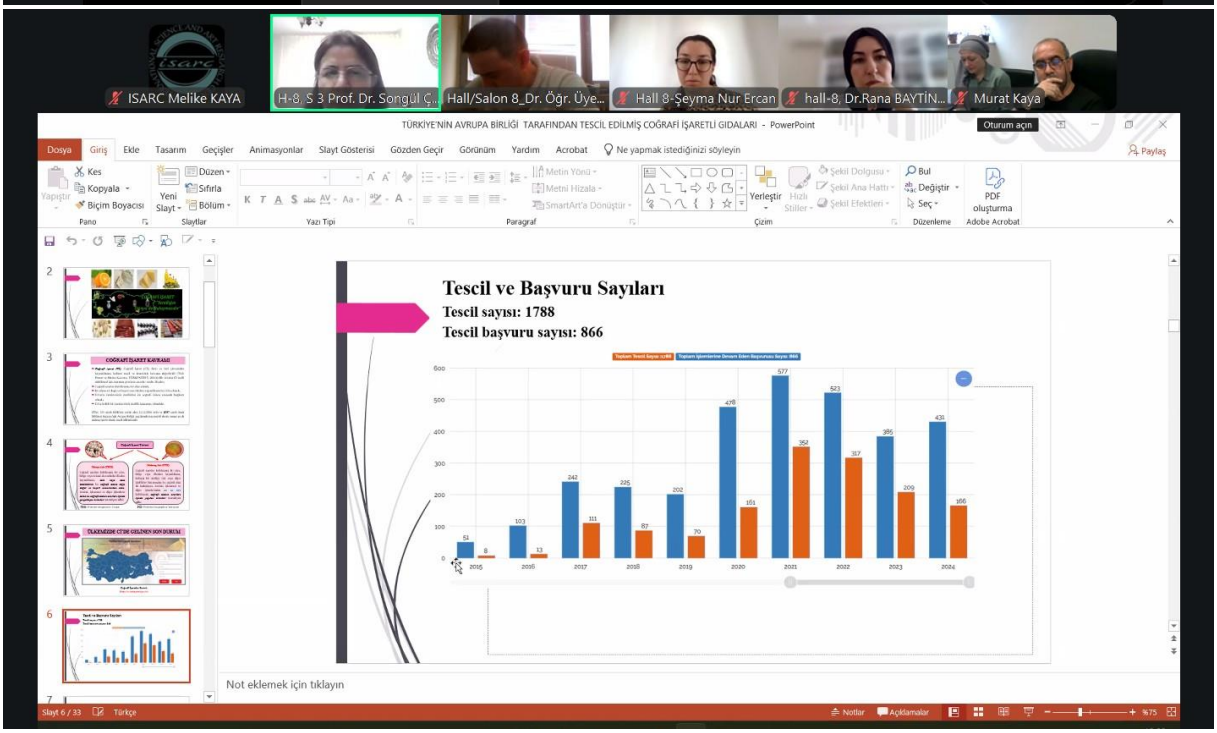


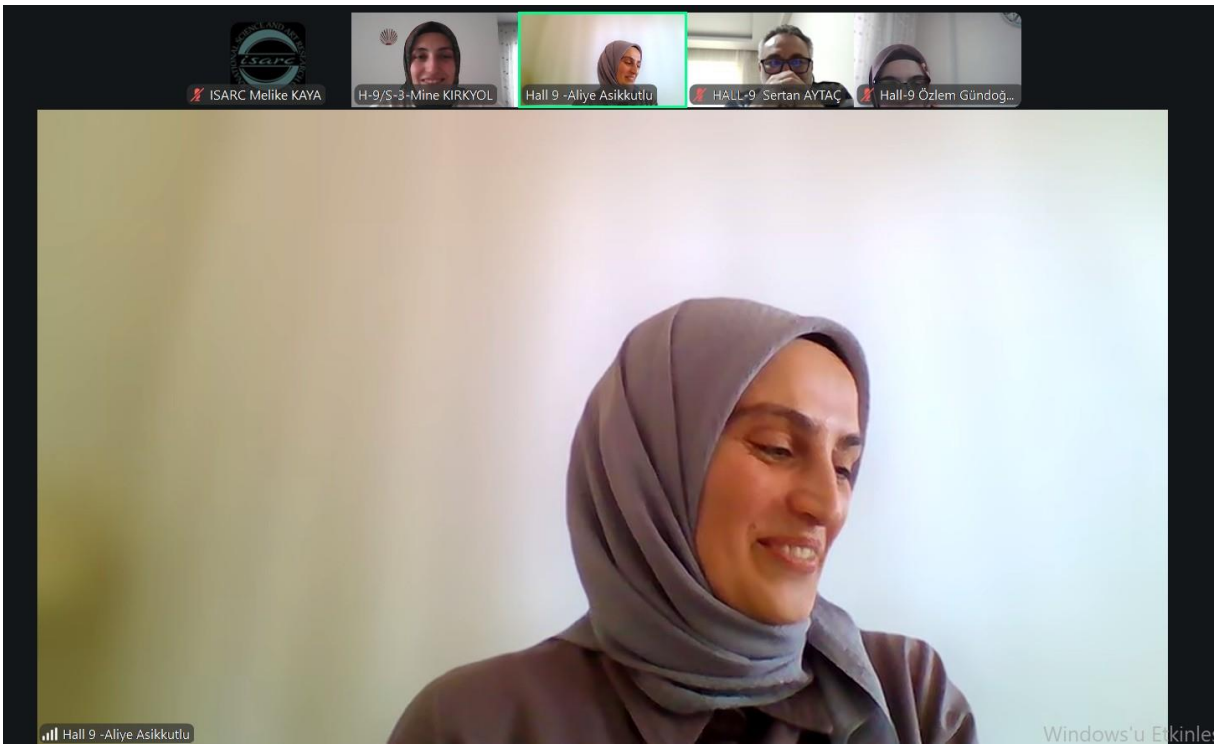
Şekil 2. Yıllara Göre Dünyada Toplam FinTek Yatırım Tutarı ve Anlaşma Sayısı


Gizem Yılmazer hall-6 (Gi...
Erhan KIZMAZ, Hall-6, ...
hall 6 Şule Bens...
hall 6 Şule Bensu Kara...
Hall 6-Kübra Aymelek ...
Ezgi Ergin
Hall-3, Session-...
Hall-3, Session-6- Are...
Giriş
Ekle
Tasarım
Animasyonlar
Slaytlar
Anahat
GELENEKSEL GÜREŞÇİLERİN ATILGANLIK VE BEDEN ALGISI DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ
GİRİŞ
KURAMSAL ÇERÇEVE
ARAŞTIRMANIN AMACI
GİRİŞ
Beden algısı, bireyin bedeni hakkındaki olumlu ya da olumsuz düşüncelerinin bütünü olup kişiliğin önemli bir parçasıdır.
Geleneksel güreşçilerde beden algısı; özgüven ve benlik saygısını doğrudan etkileyerek sportif başarıda önemli rol oynar.
Olumsuz beden algısı; özgüven eksikliği ve sosyal beceri yetersizlikleri gibi psikolojik zorluklara yol açabilmektedir.
Bu psikolojik zorluklar, etkili iletişim biçimi olarak tanımlanan atılganlık düzeyini olumsuz etkileyebilmektedir.
Not eklemek için tıklatın

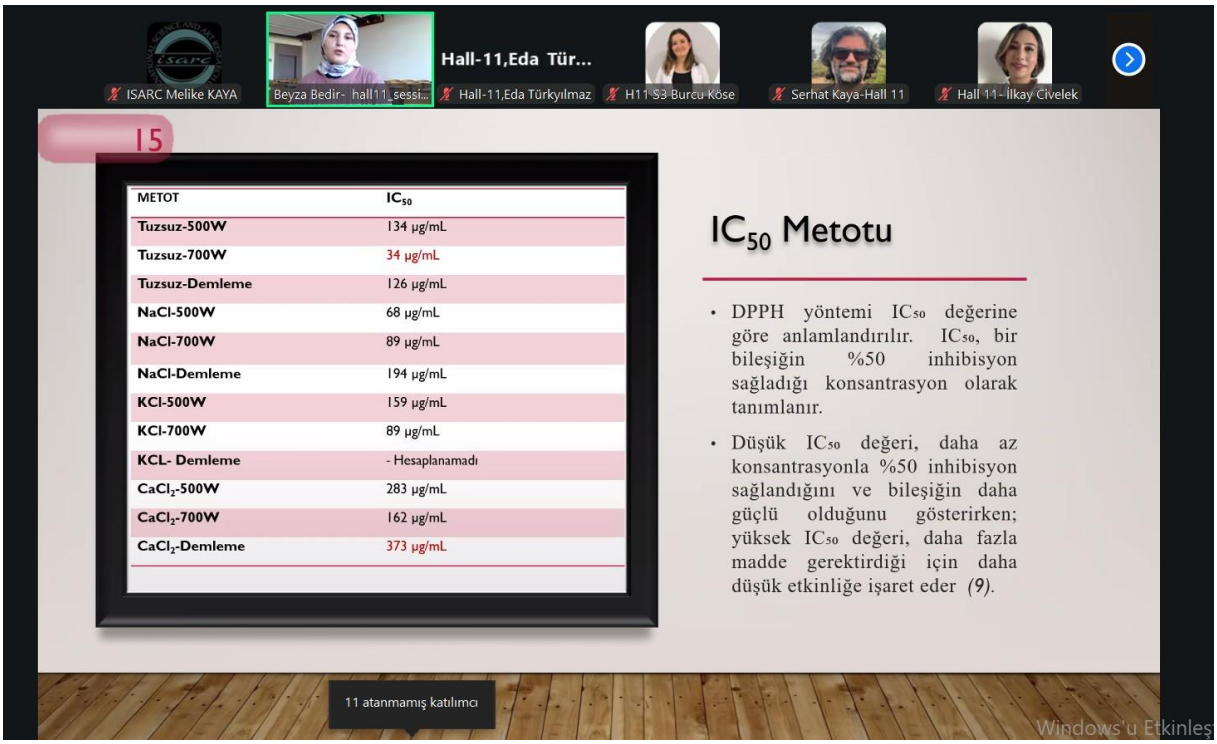

ISARC Melike KAYA
Hall-6 Ezgi DEMİR
Serdar Alemdag
Hall-6,session-3 Furka...
Gizem Yılmazer hall-6 (Gi...
Erhan KIZMAZ, Hall-6, ...
Giriş
Ekle
Tasarım
Animasyonlar
Slaytlar
Anahat
GELENEKSEL GÜREŞÇİLERİN ATILGANLIK VE BEDEN ALGISI DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ
GİRİŞ
KURAMSAL ÇERÇEVE
ARAŞTIRMANIN AMACI
GELENEKSEL GÜREŞÇİLERİN ATILGANLIK VE BEDEN ALGISI DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
GELENEKSEL SPORLAR VE OYUNLAR ANA BİLİM DALI
EZGİ DEMİR
Not eklemek için tıklatın
14 atanmamış katılımcı

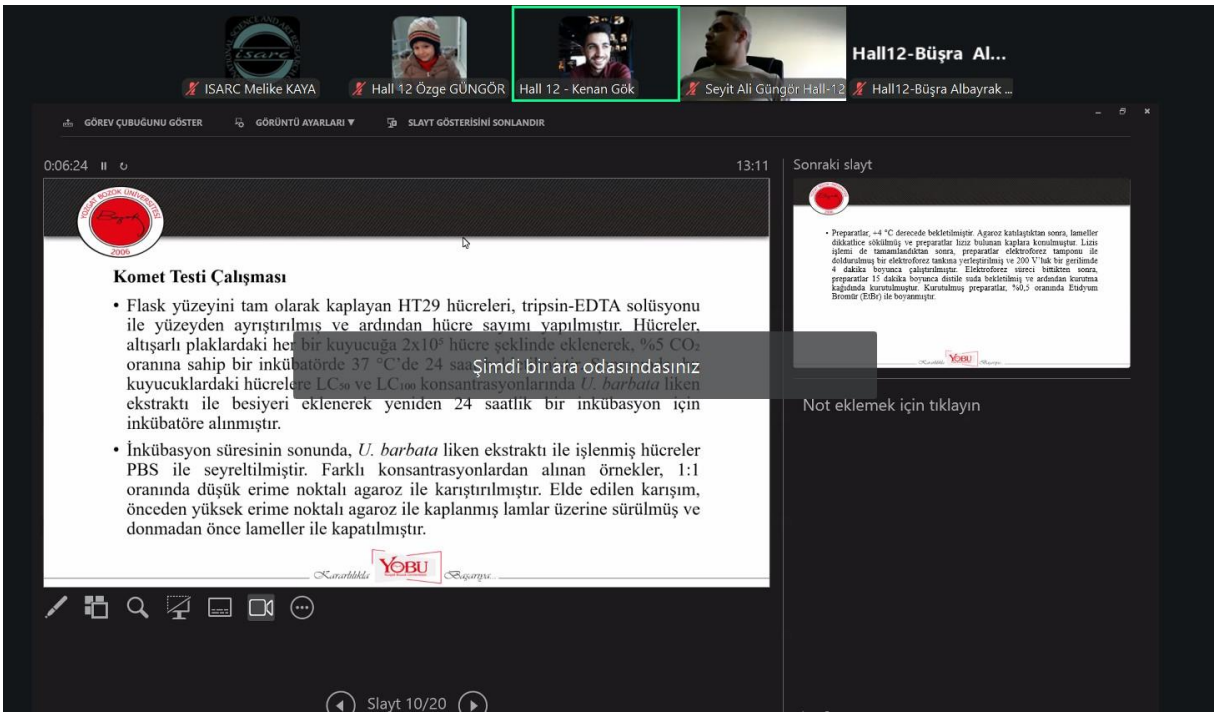

ISARC Melike KAYA
Hall-7 Nida FIRAT
Soner Yüce
7. Hall Betül Ku... Hall-7, Aslınur A... TECNO KL4
7. Hall Betül Kuzubaş
Hall-7, Aslınur ATALAY
TECNO KL4
PROBLEM DURUMU
Dijital teknolojilerin günlük yaşamın ayrılmaz bir parçası hâline gelmesiyle birlikte bireylerin akıllı telefonlara aşırı bağımlılığı giderek artmakta ve bu durum nomofobi gibi yeni psikolojik ve davranışsal sorunları beraberinde getirmektedir (Yildirim & Correia, 2015). Özellikle öğretmen adayları açısından nomofobi; dikkat, öz denetim, iletişim becerileri ve mesleki yeterlikler üzerinde olumsuz etkiler yaratabilmektedir (Gezgin vd., 2018). Bu bağlamda, öğretmen adaylarının kişilik özellikleri ile dijital bağımlılık eğilimleri arasındaki ilişkilerin anlaşılması, eğitim sürecinin niteliği açısından önemli bir sorun alanı olarak karşımıza çıkmaktadır.
17 atanmamış katılımcı

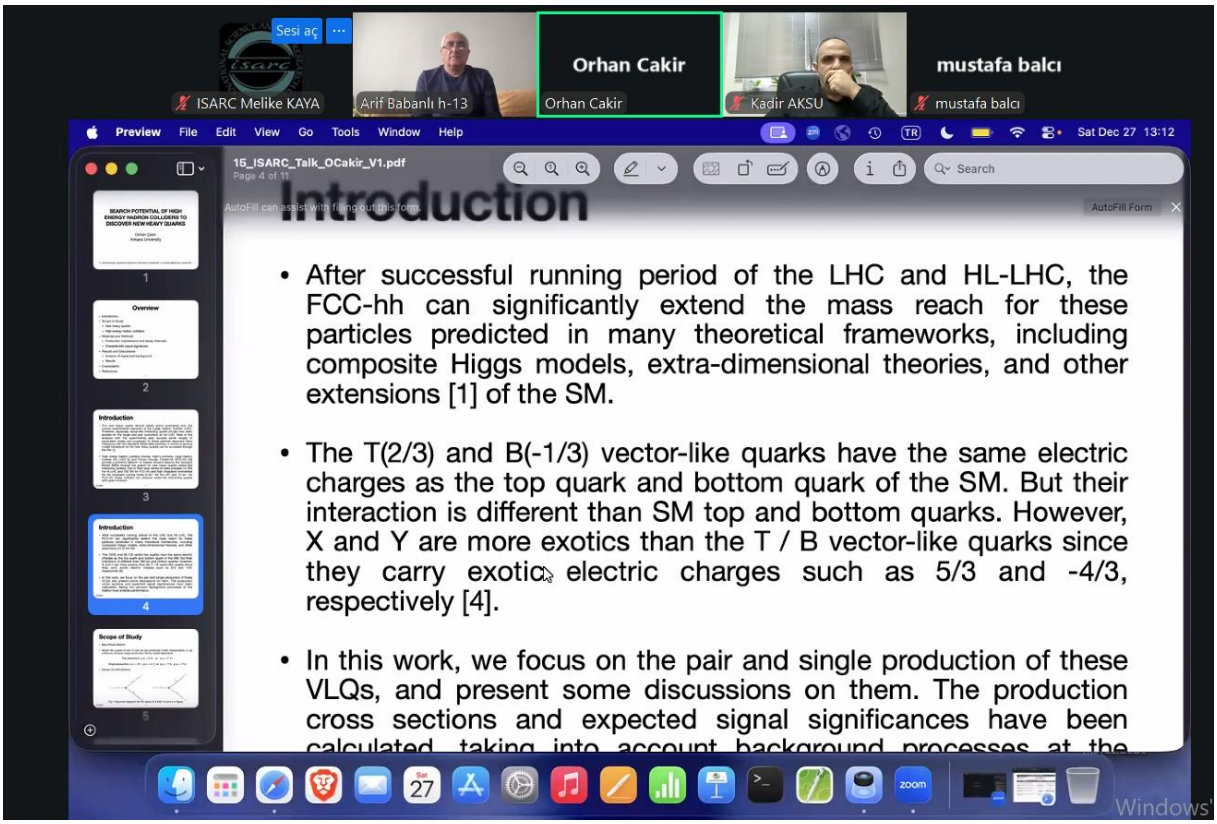

ISARC Melike KAYA
H-8, S 3 Prof. Dr. Songül Ç...
Hall/Salon 8_Dr. Öğr. Üye...
Hall 8-Şeyma Nur Ercan
hall-8, Dr.Rana BAYTİN...
Murat Kaya
TÜRKİYE'NİN AVRUPA BİRLİĞİ TARAFINDAN TESCİL EDİLMİŞ COĞRAFİ İŞARETLİ GIDALARI - PowerPoint
Tescil ve Başvuru Sayıları
Tescil sayısı: 1788
Tescil başvuru sayısı: 866
Not eklemek için tıklayın

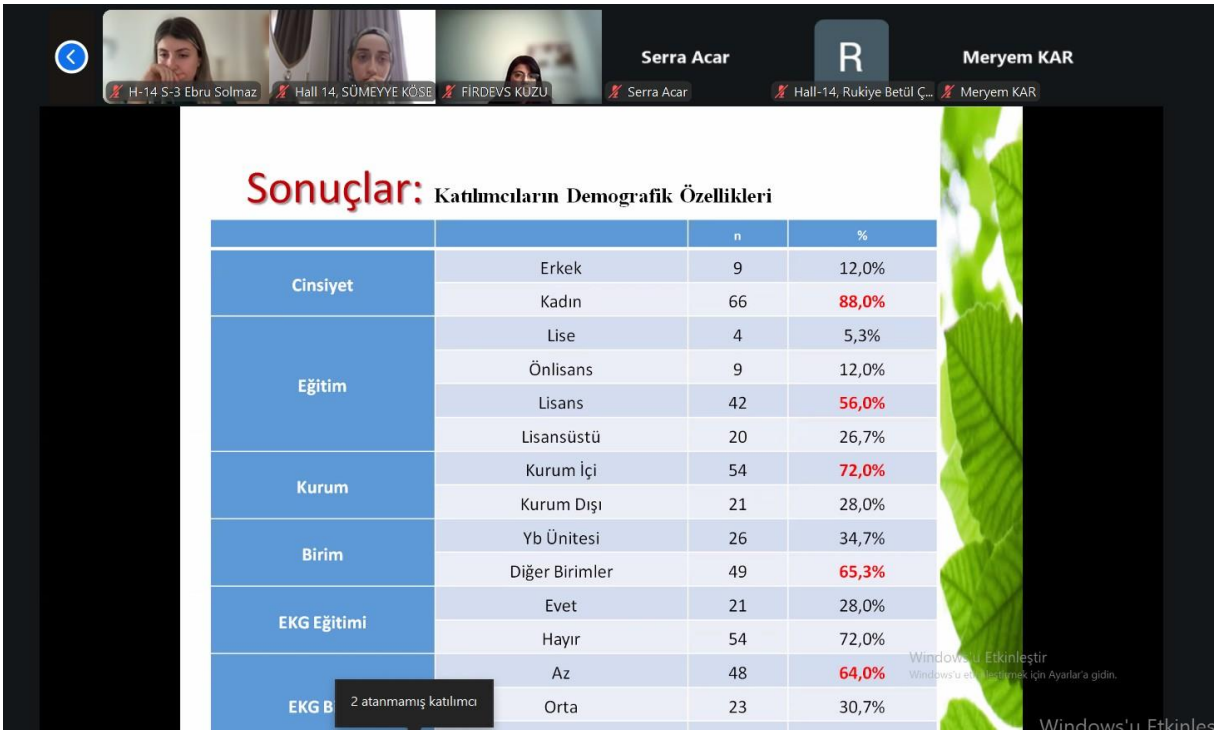

ISARC Melike KAYA
H-9/S-3-Mine KIRKYOL
Hall 9 -Aliye Asikkutlu
HALL-9 Sertan AYTAÇ
Hall-9 Özlem Gündoğ...
Hall 9 -Aliye Asikkutlu

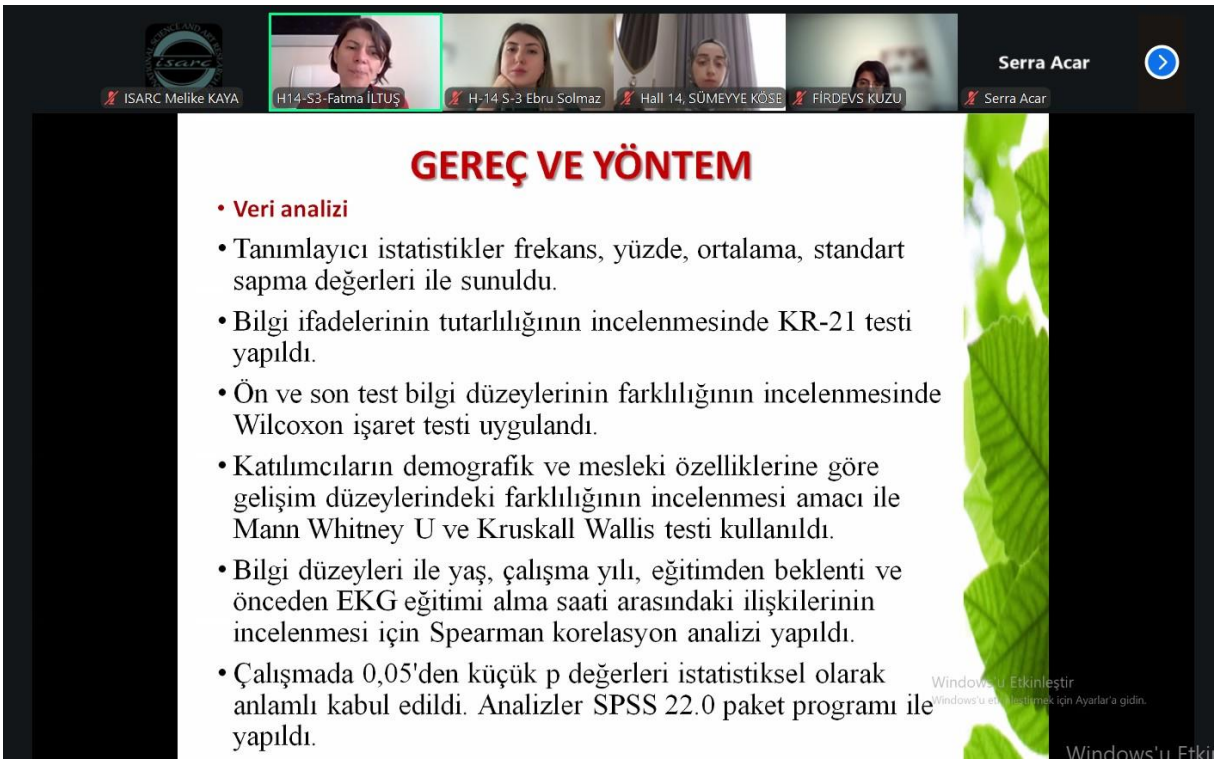

ISARC Melike KAYA
Hall-10, Session-3 Ayhan I...
H-10 Se-3 Dr.Ahmet AKIL
hall-10 session -3
v.ünverdi hall 10
v.ünverdi hall 10
10 atanmamış katılımcı
Hall-10, Session-3 Ayhan Işık

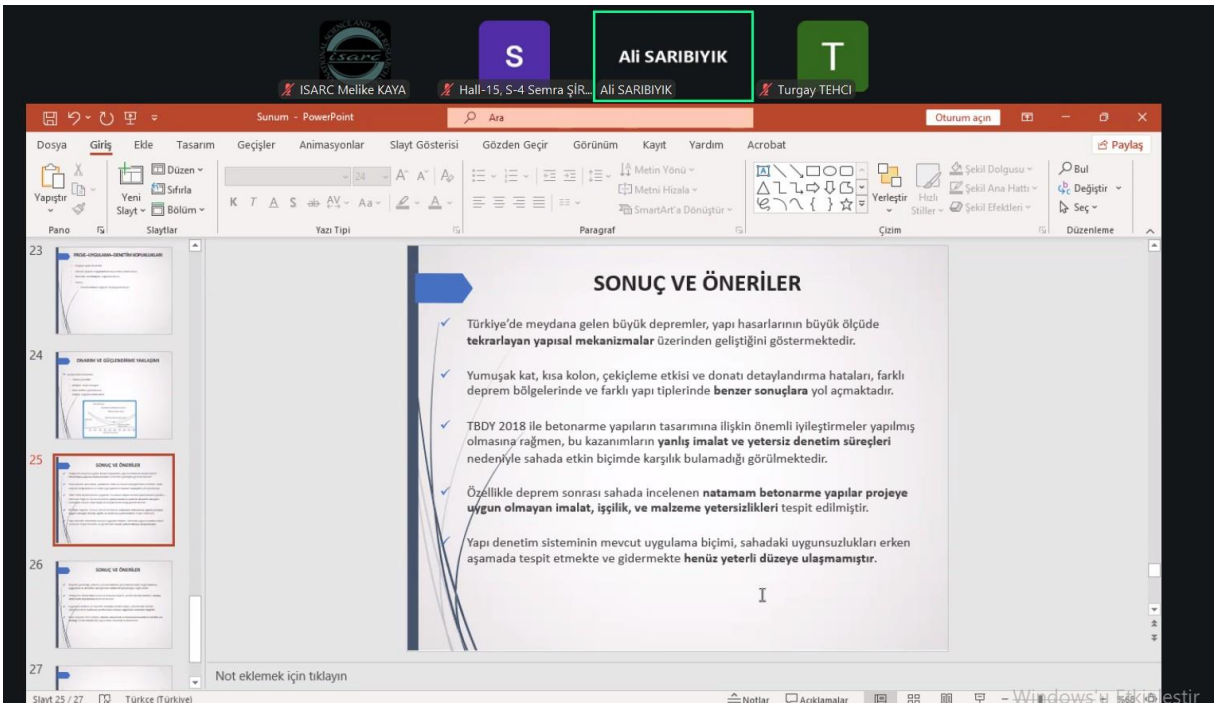

ISARC Melike KAYA
Beyza Bedir- hall11 sessi...
Hall-11,Eda Tür...
Hall-11,Eda Türkyılmaz
H11 S3 Burcu Köse
Serhat Kaya-Hall 11
Hall 11 - İlkay Civelek
15
METOT
IC50
Tuzsuz-500W
134 µg/mL
Tuzsuz-700W
34 µg/mL
Tuzsuz-Demleme
126 µg/mL
NaCl-500W
68 µg/mL
NaCl-700W
89 µg/mL
NaCl-Demleme
194 µg/mL
KCl-500W
159 µg/mL
KCl-700W
89 µg/mL
KCL- Demleme
- Hesaplanamadı
CaCl2-500W
283 µg/mL
CaCl2-700W
162 µg/mL
CaCl2-Demleme
373 µg/mL
IC50 Metotu
• DPPH yöntemi IC50 değerine göre anlamlandırılır. IC50, bir bileşiğin %50 inhibisyon sağladığı konsantrasyon olarak tanımlanır.
• Düşük IC50 değeri, daha az konsantrasyonla %50 inhibisyon sağlandığını ve bileşiğin daha güçlü olduğunu gösterirken; yüksek IC50 değeri, daha fazla madde gerektirdiği için daha düşük etkinliğe işaret eder (9).
11 atanmamış katılımcı
Windows'u Etkinleş

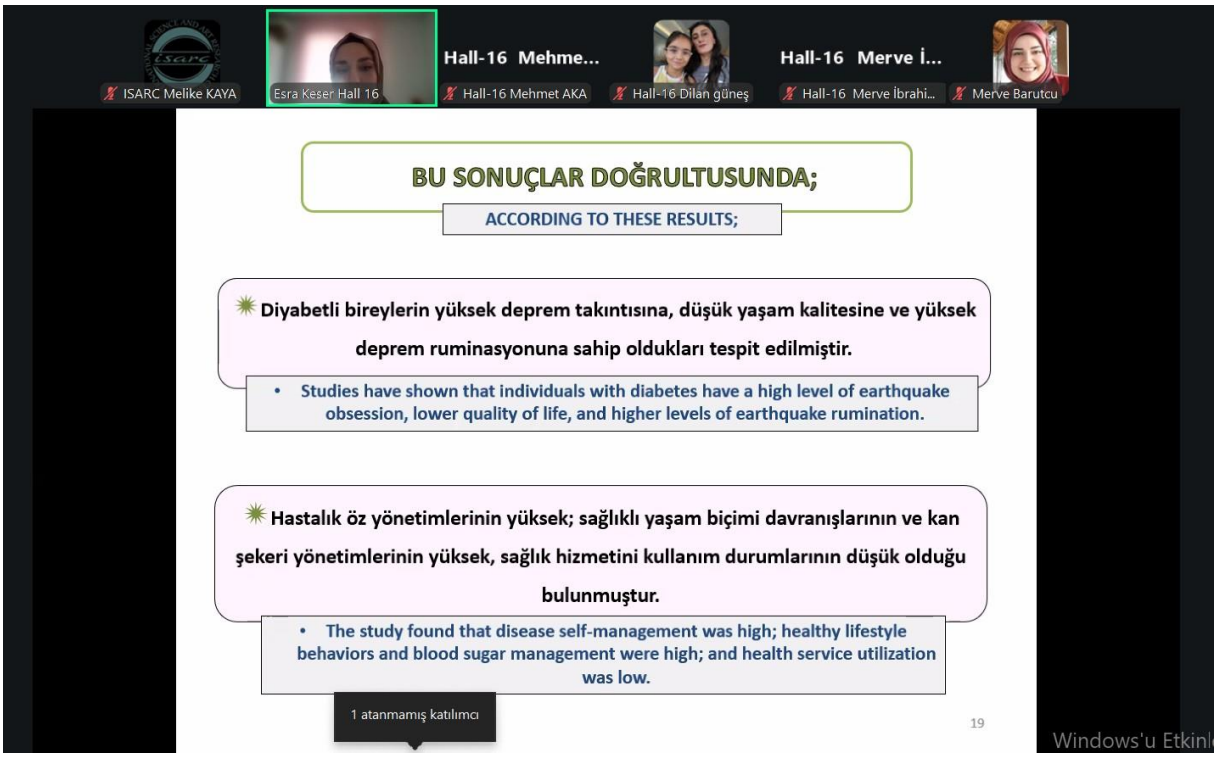

ISARC Melike KAYA
Hall 12 Özge GÜNGÖR
Hall 12 - Kenan Gök
Seyit Ali Güngör Hall-12
Hall12-Büşra Al...
Hall12-Büşra Albayrak ...
GÖREV ÇUBUĞUNU GÖSTER
GÖRÜNTÜ AYARLARI
SLAYT GÖSTERİSİNİ SONLANDIR
0:06:24
13:11
Komet Testi Çalışması
• Flask yüzeyini tam olarak kaplayan HT29 hücreleri, tripsin-EDTA solüsyonu ile yüzeyden ayrıştırılmış ve ardından hücre sayımı yapılmıştır. Hücreler, altışarlı plaklardaki her bir kuyucuğa 2x10⁵ hücre şeklinde eklenerek, %5 CO2 oranına sahip bir inkübatörde 37 °C'de 24 saat
kuyucuklardaki hücrelere LC50 ve LC100 konsantrasyonlarında U. barbata liken ekstraktı ile besiyeri eklenerek yeniden 24 saatlik bir inkübasyon için inkübatöre alınmıştır.
• İnkübasyon süresinin sonunda, U. barbata liken ekstraktı ile işlenmiş hücreler PBS ile seyreltilmiştir. Farklı konsantrasyonlardan alınan örnekler, 1:1 oranında düşük erime noktalı agaroz ile karıştırılmıştır. Elde edilen karışım, önceden yüksek erime noktalı agaroz ile kaplanmış lamlar üzerine sürülmüş ve donmadan önce lameller ile kapatılmıştır.
Karanlıkta YOBU Başarıya
Slayt 10/20
Sonraki slayt
Şimdi bir ara odasındasınız
Not eklemek için tıklayın

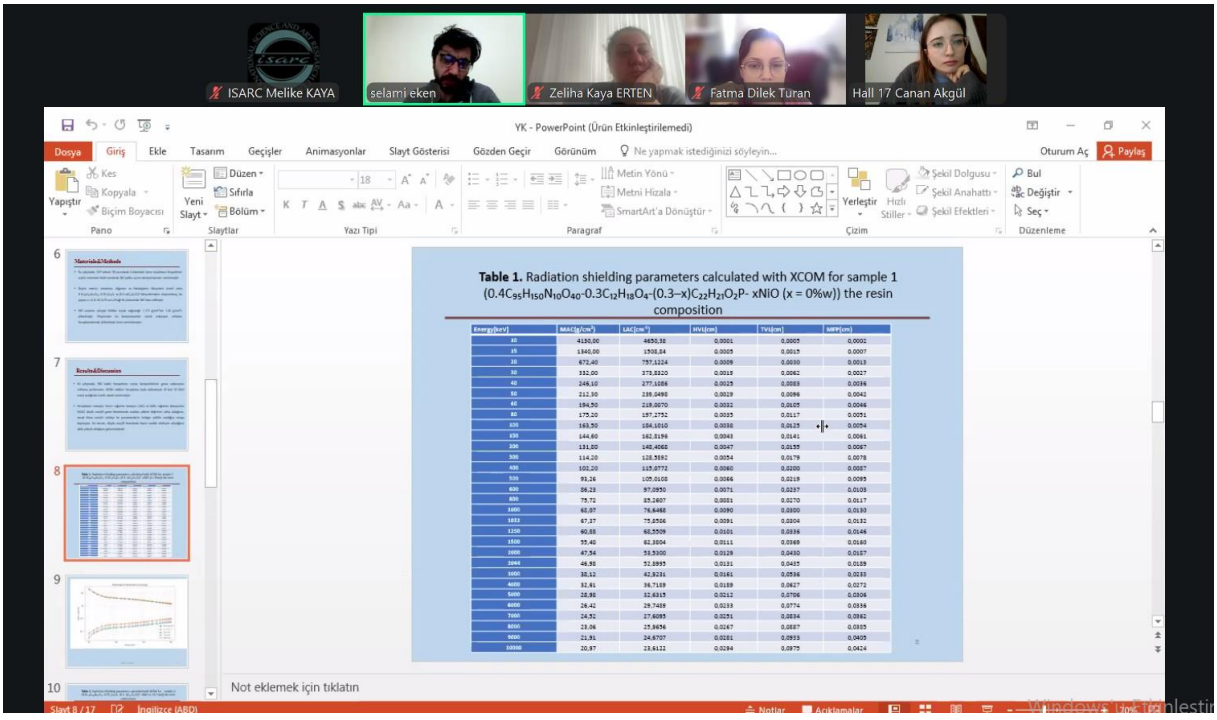

Sesi aç
ISARC Melike KAYA
Arif Babanlı h-13
Orhan Cakir
Orhan Cakir
Kadir AKSU
mustafa balcı
mustafa balcı
Preview File Edit View Go Tools Window Help
Sat Dec 27 13:12
15_ISARC_Talk_OCakir_V1.pdf
Page 4 of 11
Search
AutoFill can assist with filling out this form.
AutoFill Form
Introduction
• After successful running period of the LHC and HL-LHC, the FCC-hh can significantly extend the mass reach for these particles predicted in many theoretical frameworks, including composite Higgs models, extra-dimensional theories, and other extensions [1] of the SM.
• The T(2/3) and B(-1/3) vector-like quarks have the same electric charges as the top quark and bottom quark of the SM. But their interaction is different than SM top and bottom quarks. However, X and Y are more exotics than the T / B vector-like quarks since they carry exotic electric charges such as 5/3 and -4/3, respectively [4].
• In this work, we focus on the pair and single production of these VLQs, and present some discussions on them. The production cross sections and expected signal significances have been calculated, taking into account background processes at the
Windows'


H-14 S-3 Ebru Solmaz
Hall 14, SÜMEYYE KÖSE
FİRDEVS KUZU
Serra Acar
Serra Acar
Hall-14, Rukiye Betül Ç...
Meryem KAR
Meryem KAR
Sonuçlar: Katılımcıların Demografik Özellikleri
n
%
Cinsiyet
Erkek 9 12,0%
Kadın 66 88,0%
Eğitim
Lise 4 5,3%
Önlisans 9 12,0%
Lisans 42 56,0%
Lisansüstü 20 26,7%
Kurum
Kurum İçi 54 72,0%
Kurum Dışı 21 28,0%
Birim
Yb Ünitesi 26 34,7%
Diğer Birimler 49 65,3%
EKG Eğitimi
Evet 21 28,0%
Hayır 54 72,0%
Az 48 64,0%
EKG B
Orta 23 30,7%
2 atanmamış katılımcı
Windows'u Etkinleştir
Windows'u etkinleştirmek için Ayarlar'a gidin.
Windows'u Etkinles


ISARC Melike KAYA
H14-S3-Fatma İLTUŞ
H-14 S-3 Ebru Solmaz
Hall 14, SÜMEYYE KÖSE
FİRDEVS KUZU
Serra Acar
Serra Acar
GEREÇ VE YÖNTEM
• Veri analizi
• Tanımlayıcı istatistikler frekans, yüzde, ortalama, standart sapma değerleri ile sunuldu.
• Bilgi ifadelerinin tutarlılığının incelenmesinde KR-21 testi yapıldı.
• Ön ve son test bilgi düzeylerinin farklılığının incelenmesinde Wilcoxon işaret testi uygulandı.
• Katılımcıların demografik ve mesleki özelliklerine göre gelişim düzeylerindeki farklılığının incelenmesi amacı ile Mann Whitney U ve Kruskall Wallis testi kullanıldı.
• Bilgi düzeyleri ile yaş, çalışma yılı, eğitimden beklenti ve önceden EKG eğitimi alma saati arasındaki ilişkilerinin incelenmesi için Spearman korelasyon analizi yapıldı.
• Çalışmada 0,05'den küçük p değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Analizler SPSS 22.0 paket programı ile yapıldı.
Windows'u Etkinleştir


ISARC Melike KAYA
Hall-15, S-4 Semra ŞİR...
Ali SARIBIYIK
Ali SARIBIYIK
Turgay TEHCI
Sunum - PowerPoint
SONUÇ VE ÖNERİLER
Türkiye'de meydana gelen büyük depremler, yapı hasarlarının büyük ölçüde tekrarlayan yapısal mekanizmalar üzerinden geliştiğini göstermektedir.
Yumuşak kat, kısa kolon, çekiçleme etkisi ve donatı detaylandırma hataları, farklı deprem bölgelerinde ve farklı yapı tiplerinde benzer sonuçlara yol açmaktadır.
TBDY 2018 ile betonarme yapıların tasarımına ilişkin önemli iyileştirmeler yapılmış olmasına rağmen, bu kazanımların yanlış imalat ve yetersiz denetim süreçleri nedeniyle sahada etkin biçimde karşılık bulamadığı görülmektedir.
Özellikle deprem sonrası sahada incelenen natamam betonarme yapılar projeye uygun olmayan imalat, işçilik, ve malzeme yetersizlikleri tespit edilmiştir.
Yapı denetim sisteminin mevcut uygulama biçimi, sahadaki uygunsuzlukları erken aşamada tespit etmekte ve gidermekte henüz yeterli düzeye ulaşmamıştır.
Not eklemek için tıklayın
Windows'u Etkinleştir


ISARC Melike KAYA
Esra Keser Hall 16
Hall-16 Mehme...
Hall-16 Mehmet AKA
Hall-16 Dilan güneş
Hall-16 Merve İ...
Hall-16 Merve İbrahi...
Merve Barutcu
BU SONUÇLAR DOĞRULTUSUNDA;
ACCORDING TO THESE RESULTS;
Diyabetli bireylerin yüksek deprem takıntısına, düşük yaşam kalitesine ve yüksek deprem ruminasyonuna sahip oldukları tespit edilmiştir.
• Studies have shown that individuals with diabetes have a high level of earthquake obsession, lower quality of life, and higher levels of earthquake rumination.
Hastalık öz yönetimlerinin yüksek; sağlıklı yaşam biçimi davranışlarının ve kan şekeri yönetimlerinin yüksek, sağlık hizmetini kullanım durumlarının düşük olduğu bulunmuştur.
• The study found that disease self-management was high; healthy lifestyle behaviors and blood sugar management were high; and health service utilization was low.
1 atanmamış katılımcı
19
Windows'u Etkinl


ISARC Melike KAYA
selami eken
Zeliha Kaya ERTEN
Fatma Dilek Turan
Hall 17 Canan Akgül
YK - PowerPoint (Ürün Etkinleştirilemedi)
Table 1. Radiation shielding parameters calculated with XCOM for sample 1 (0.4C95H150N10O40-0.3C12H18O4-(0.3–x)C22H21O2P- xNiO (x = 0%w)) the resin composition
Not eklemek için tıklatın

ISARC Melike KAYA | Hall-18, Zehra MERİÇ | Hall-18, Arzu KARABA... | Maşide HURMANLI | AYDIN SEVER | HALL-17 ECE ALAGÖZ

CONCLUSION

Cancer is a complex disease that affects the physical, psychological and social living areas of individuals in a multidimensional way. The management of the disease is not limited to medical treatment applications; It requires comprehensive and holistic care approaches in order to effectively control symptoms and improve quality of life. Fatigue, which is frequently observed in cancer patients, is directly related to the progression of the disease and the side effects of the treatments applied; This situation negatively affects patients' daily living activities and general well-being.

1 atanmamış katılımcı

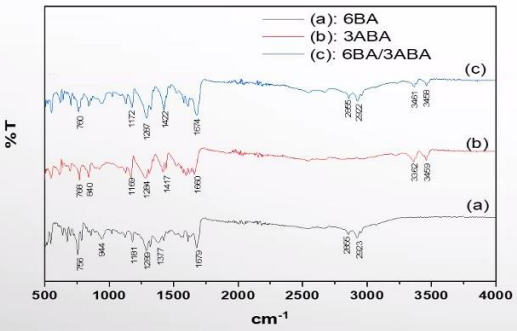
karabag.aydin@gmail.com

19

Windows'u Etkinl

ISARC Melike KAYA | Hall-19 Beyza NACAR | Hall-19 Zafer EKER | Hamdi DAĞISTANLI H... | Kadir Sinan Aslan, Hall... | Büşra Aydan Durak, Ha...

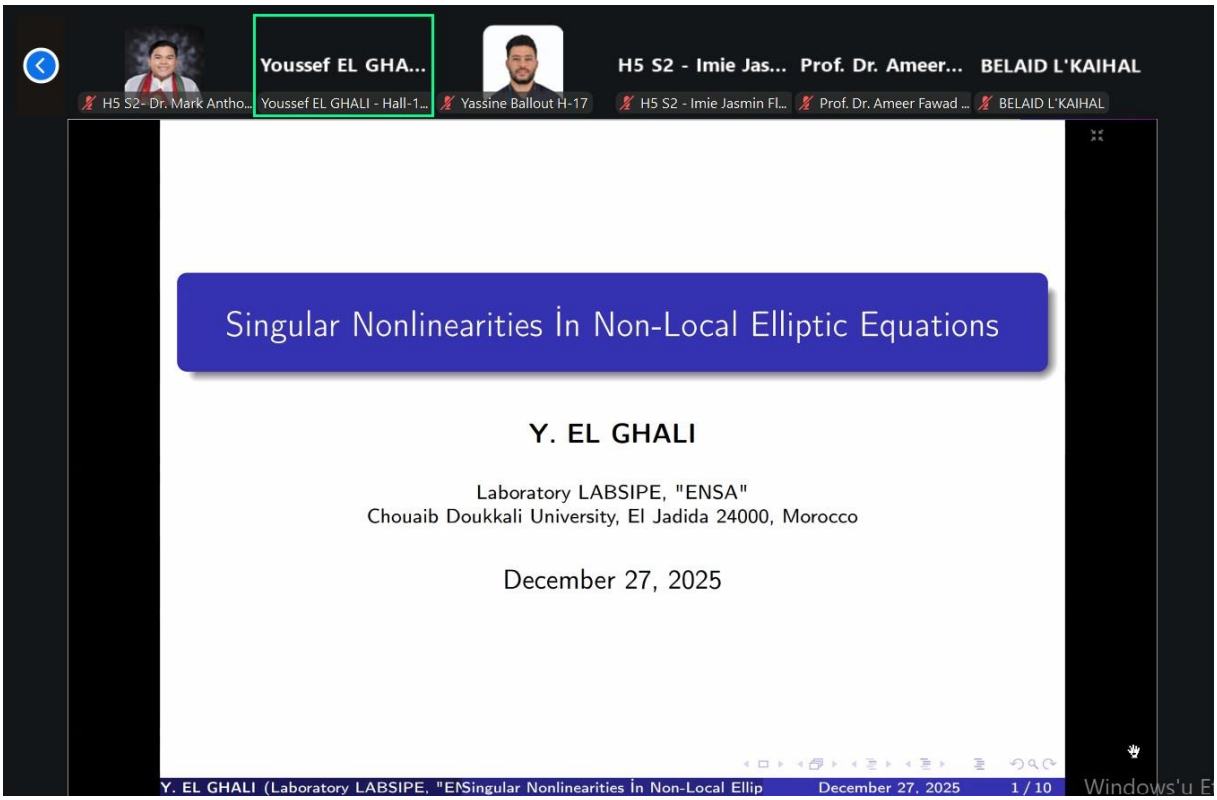
FTIR ANALİZİ

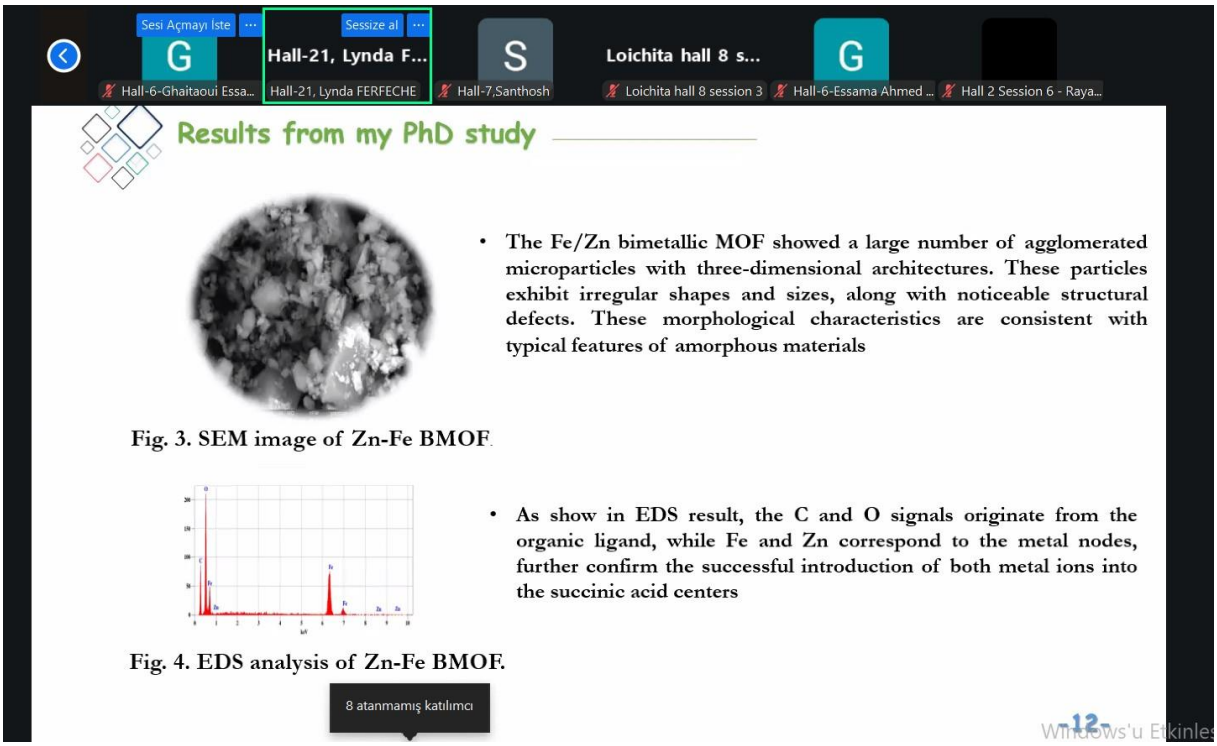


Şekil 3. Saf bileşenlerin ve ikili karışım kompleksinin FTIR spektrumları; (a): 6BA, (b): 3ABA, (c): 6BA/3ABA.

Saf 6BA, 3ABA ve 6BA/3ABA ikili karışımının FTIR spektrumları karşılaştırıldığında, karakteristik bağların piklerinin korunduğu, ancak bazı pik kaymalarının ve yeni etkileşimlerin ortaya çıktığı gözlemlenmektedir. Bu, 6BA/3ABA ikili karışımında molekül içi bağ yapılarının korunduğunu ve pik kaymalarının ve yeni pik oluşumlarının moleküller arası hidrojen bağlarının oluşumunu gösterdiğini belirtmektedir.


Hall-19 Zafer EKER
Hamdi DAĞISTANLI H...
Kadir Sinan Asla...
Kadir Sinan Aslan, Hall...
Büşra Avdan Durak, Ha...
Fatma Ağ Hall-19
H-19, BENHAR...
H-19, BENHARAF EL M...
POM ANALİZİ
(a)
(b)
(c)
(d)
(e)
(f)
20 um
Şekil 2. 6BA/3ABA ikili karışım kompleksinin sürekli ısıtılması ve soğutulması sırasında gözlemlenen POM görüntüleri; (a): kristal, (b): smektik C, (c): nematik, (d): nematik-izotropik faz geçişi, (e): nematik, (f): smektik C.
6BA/3ABA karışım kompleksinin mezofaz dokuları hem ısıtma hem de soğutma sırasında kristal, smektik C, nematik ve izotropik yapılar sergilemektedir. Sürekli ısıtma sırasında, kristal fazdan smektik C fazına geçiş sıcaklığı yaklaşık 92 °C'de, smektik C fazından nematik faza geçiş yaklaşık 103 °C'de ve nematik fazdan izotropik faza geçiş yaklaşık 157 °C'de gözlemlenmiştir. Sürekli soğutma sırasında, izotropik fazdan nematik faza geçiş yaklaşık 151 °C'de, ardından yaklaşık 96 °C'de nematik-smektik C faz geçişi ve son olarak yaklaşık 78 °C'de smektik C fazından kristal faza geçiş meydana geldi. Ayrıca, POM analizinden elde edilen sonuçlar, DSC ölçümlerinden elde edilen sonuçlarla iyi bir uyum içindedir.


H5 S2- Dr. Mark Antho...
Youssef EL GHA...
Youssef EL GHALI - Hall-1...
Yassine Ballout H-17
H5 S2 - Imie Jas... Prof. Dr. Ameer... BELAID L'KAIHAL
H5 S2 - Imie Jasmin Fl...
Prof. Dr. Ameer Fawad ...
BELAID L'KAIHAL
Singular Nonlinearities İn Non-Local Elliptic Equations
Y. EL GHALI
Laboratory LABSIPE, "ENSA"
Chouaib Doukkali University, El Jadida 24000, Morocco
December 27, 2025
Y. EL GHALI (Laboratory LABSIPE, "EN
Singular Nonlinearities İn Non-Local Ellip
December 27, 2025
1 / 10


Sesi Açmayı İste
Sessize al
Hall-21, Lynda F...
Hall-21, Lynda FERFECHE
Hall-7,Santhosh
Loichita hall 8 s...
Loichita hall 8 session 3
Hall-6-Essama Ahmed ...
Hall 2 Session 6 - Raya...
Hall-6-Ghaitaoui Essa...
Results from my PhD study
• The Fe/Zn bimetallic MOF showed a large number of agglomerated microparticles with three-dimensional architectures. These particles exhibit irregular shapes and sizes, along with noticeable structural defects. These morphological characteristics are consistent with typical features of amorphous materials
Fig. 3. SEM image of Zn-Fe BMOF
• As show in EDS result, the C and O signals originate from the organic ligand, while Fe and Zn correspond to the metal nodes, further confirm the successful introduction of both metal ions into the succinic acid centers
Fig. 4. EDS analysis of Zn-Fe BMOF.
8 atanmamış katılımcı
-12-
Windows'u Etkinles


Hall-8, Session -...
Hall-8, Session -3 -Ger...
Hall 27, Session 11- Hi...
Hall-8 session 8,...
Hall-8 session 8, PROF...
Samsung SM-A...
Samsung SM-A135F
Ss-6, Hall-1, Ho...
Ss-6, Hall-1, Ho Son DAI
Rahmouni hanane hall7
Ara odalar - Devam Ediyor
Odalar (30)
Hall 27, Session 11- Hilyatul Jannah
Hall-22 CHAIMAA ELABBARI
Hall-8 session 8, PROF AMZILE Rajaa
Hall-8, Session -3 -Gergana Gozanska
ISARC Melike KAYA
Rahmouni hanane hall7
Samsung SM-A135F
Ss-6, Hall-1, Ho Son DAI
Oda 1
Oda 2
Oda 3
Seçenekler
Bir sonraki oturumu planla
Ss-6, Hall-1, Ho.
Ss-6, Hall-1, Ho Son DAI
Windows'u Etkinles

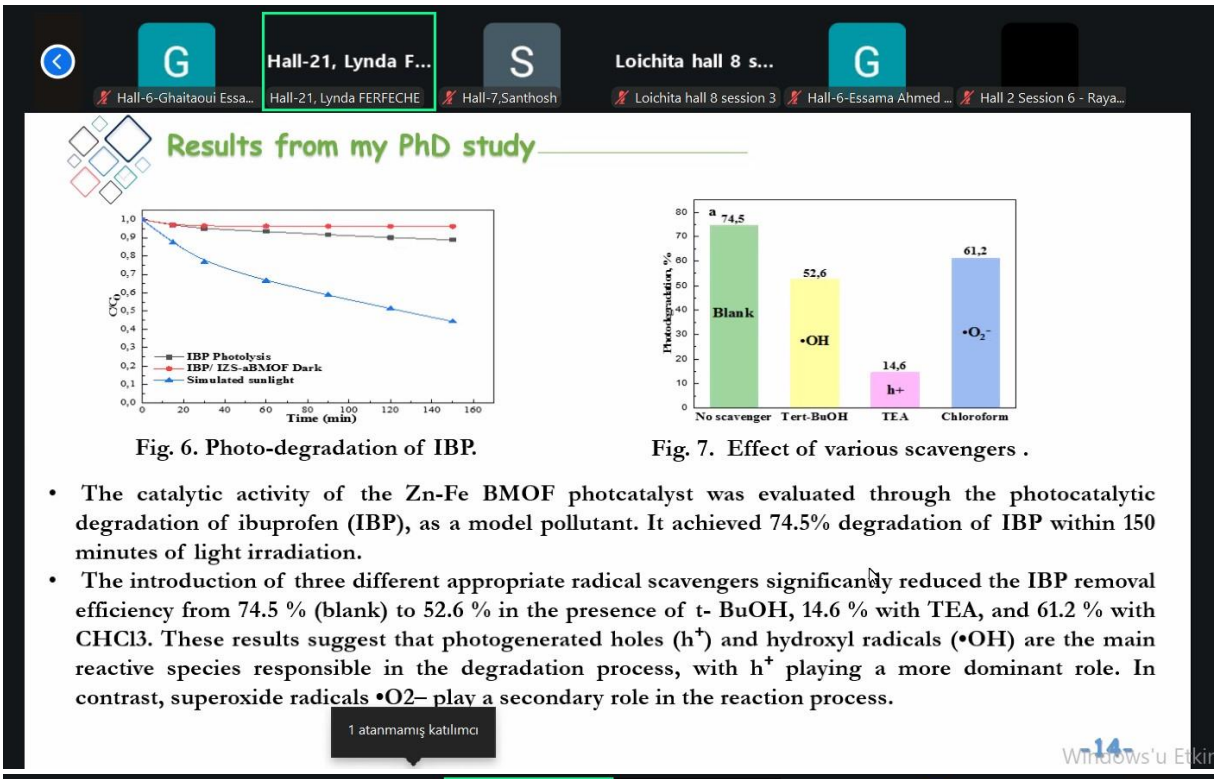
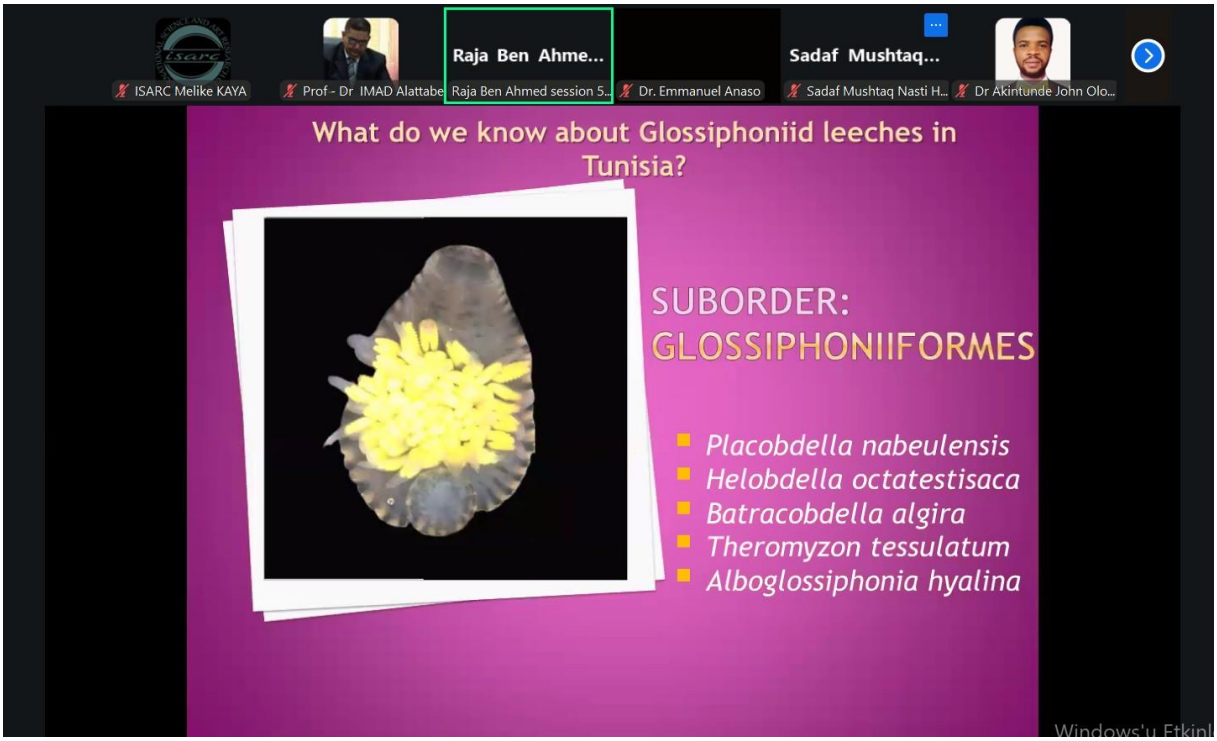


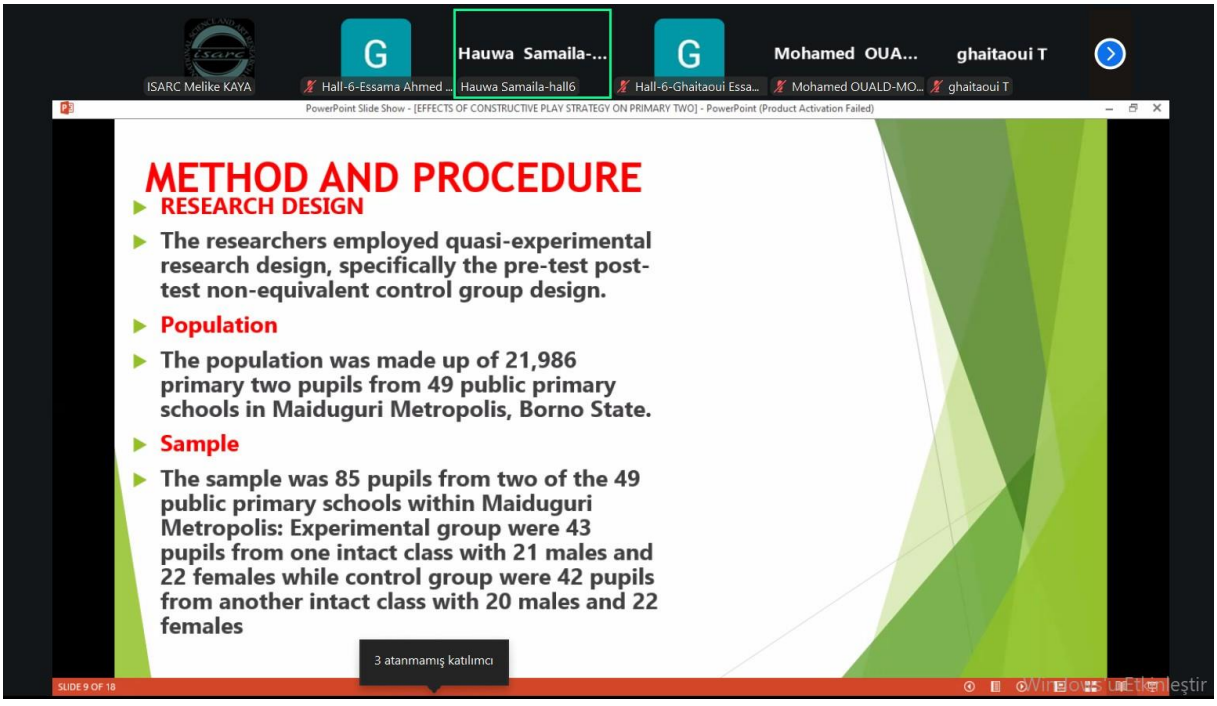
Fig. 6. Photo-degradation of IBP.

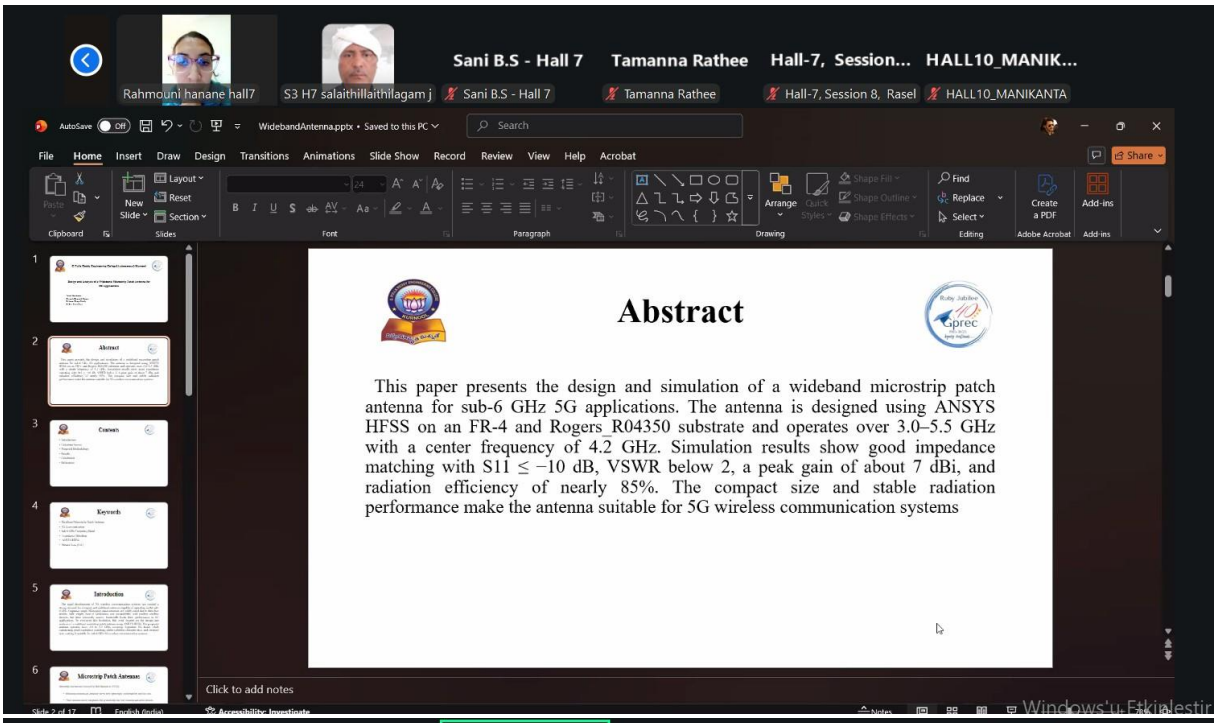
Fig. 7. Effect of various scavengers .

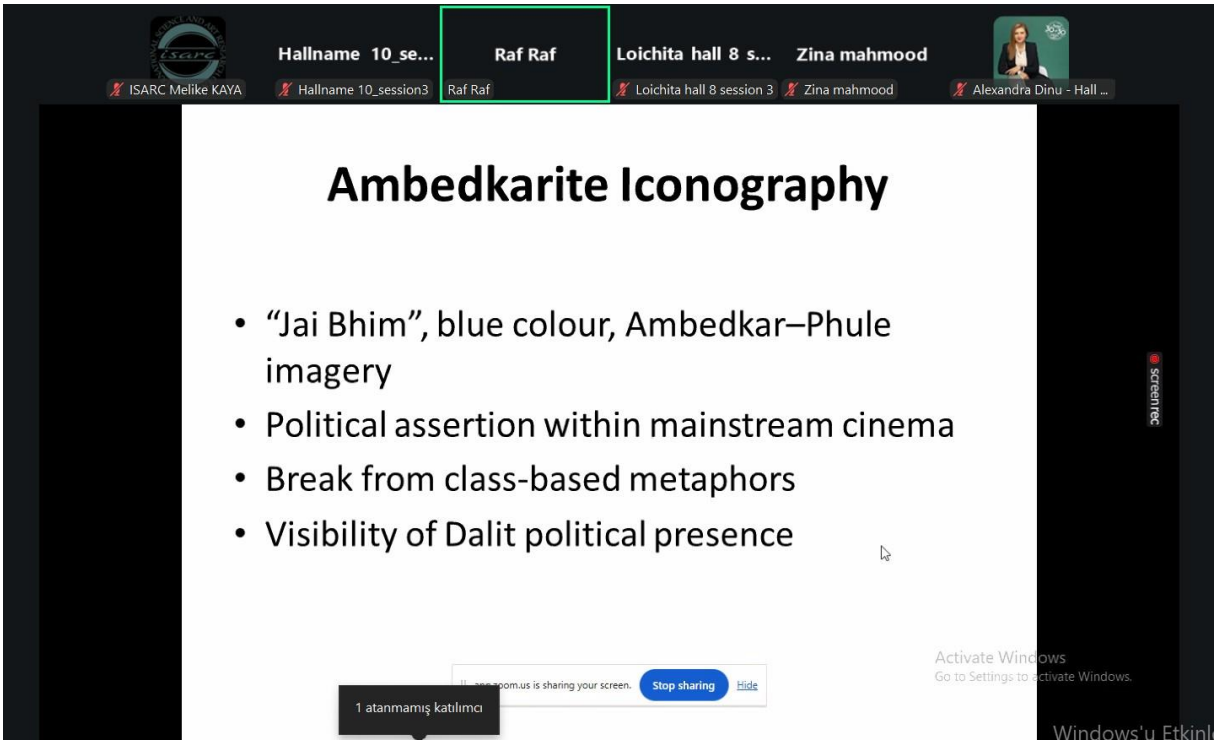
- The catalytic activity of the Zn-Fe BMOF photcatalyst was evaluated through the photocatalytic degradation of ibuprofen (IBP), as a model pollutant. It achieved 74.5% degradation of IBP within 150 minutes of light irradiation.
- The introduction of three different appropriate radical scavengers significantly reduced the IBP removal efficiency from 74.5 % (blank) to 52.6 % in the presence of t- BuOH, 14.6 % with TEA, and 61.2 % with CHCl3. These results suggest that photogenerated holes (h^+) and hydroxyl radicals (•OH) are the main reactive species responsible in the degradation process, with h^+ playing a more dominant role. In contrast, superoxide radicals •O2– play a secondary role in the reaction process.

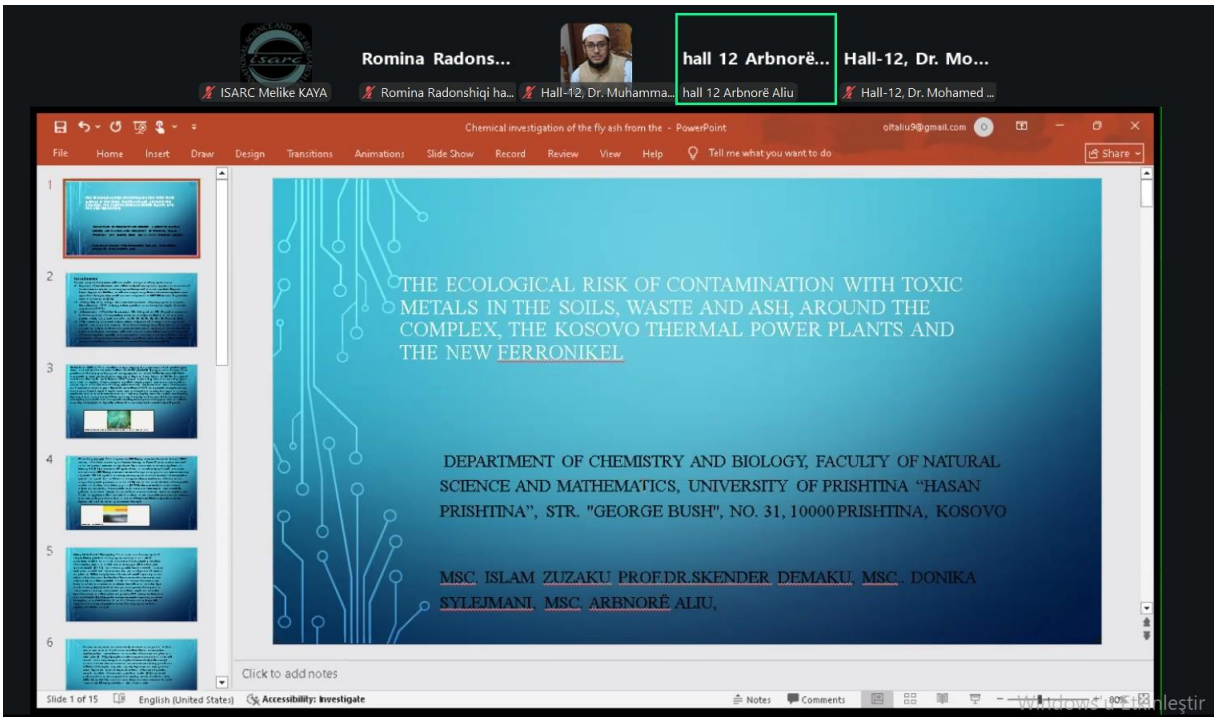


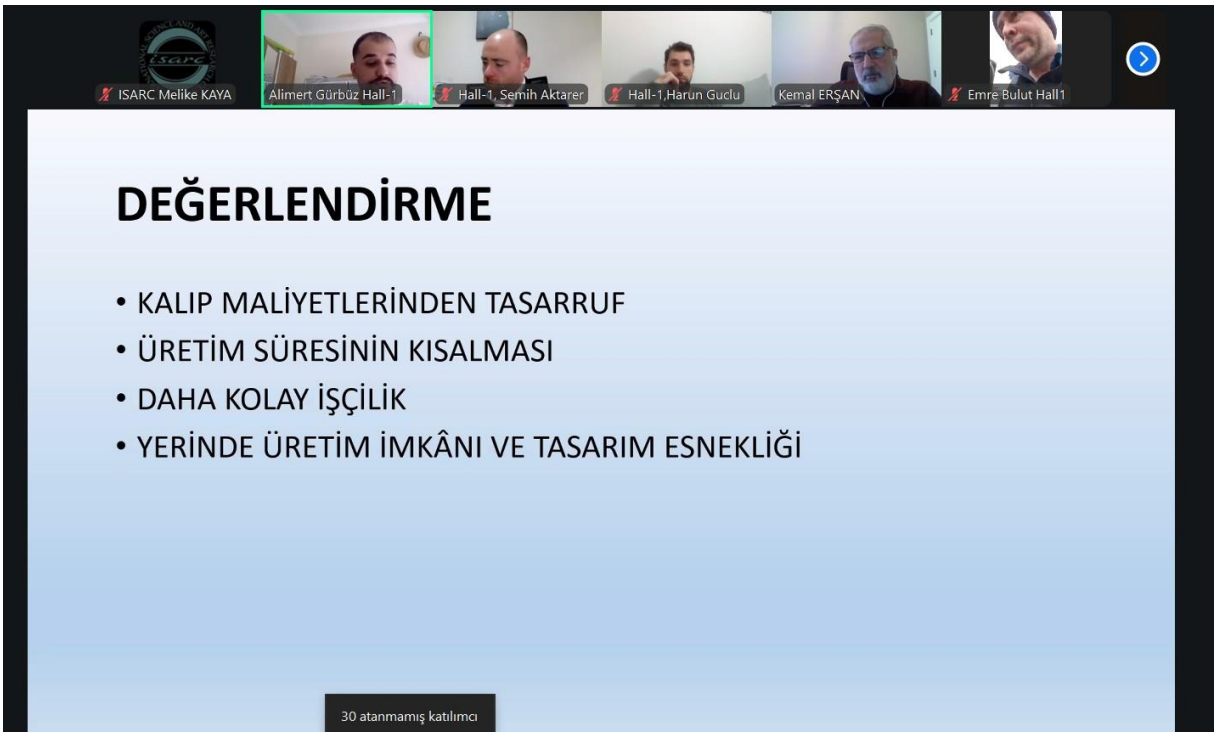

Mulikat Folasha...
Hall-6 , Maria El...
HALL-4 -Dr.Raja...
ISARC Melike KAYA
Mulikat Folashade Us...
Hall-6 , Maria El ansari
HALL-4 -Dr.Rajani Indr...
UNIVERSITÉ MOULAY ISMAÏL
FACULTÉ DES SCIENCES
5th GAZIANTEP INTERNATIONAL SCIENTIFIC RESEARCH CONGRESS
December 27-28, 2025
Ethnobotanical Diversity of Medicinal Plants in Rural Communities of Rissani, Morocco
Maria EL ANSARI[1]*, Mariame NAJEM[2], Khalid BOURAADA[3], Jamal IBIJBIJEN[1], Laila NASSIRI[1]
[1]Environment and valorization of microbial and plant resources Unit, Faculty of Sciences, Moulay Ismail University of Meknes, Meknes, Morocco.
[2]Laboratory of Drug Sciences, Faculty of Medicine, Pharmacy and Dentistry, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco"
[3]Laboratory of natural Resources and Sustainable Development Economics Research, Abdelmalek Essaadi University, Polydisciplinary Faculty of Larache, Morocco.
01


ISARC Melike KAYA
Hall-6-Essama Ahmed ...
Hauwa Samaila-...
Hauwa Samaila-hall6
Hall-6-Ghaitaoui Essa...
Mohamed OUA...
Mohamed OUALD-MO...
ghaitaoui T
ghaitaoui T
PowerPoint Slide Show - [EFFECTS OF CONSTRUCTIVE PLAY STRATEGY ON PRIMARY TWO] - PowerPoint (Product Activation Failed)
METHOD AND PROCEDURE
RESEARCH DESIGN
The researchers employed quasi-experimental research design, specifically the pre-test post-test non-equivalent control group design.
Population
The population was made up of 21,986 primary two pupils from 49 public primary schools in Maiduguri Metropolis, Borno State.
Sample
The sample was 85 pupils from two of the 49 public primary schools within Maiduguri Metropolis: Experimental group were 43 pupils from one intact class with 21 males and 22 females while control group were 42 pupils from another intact class with 20 males and 22 females
3 atanmamış katılımcı
SLIDE 9 OF 18

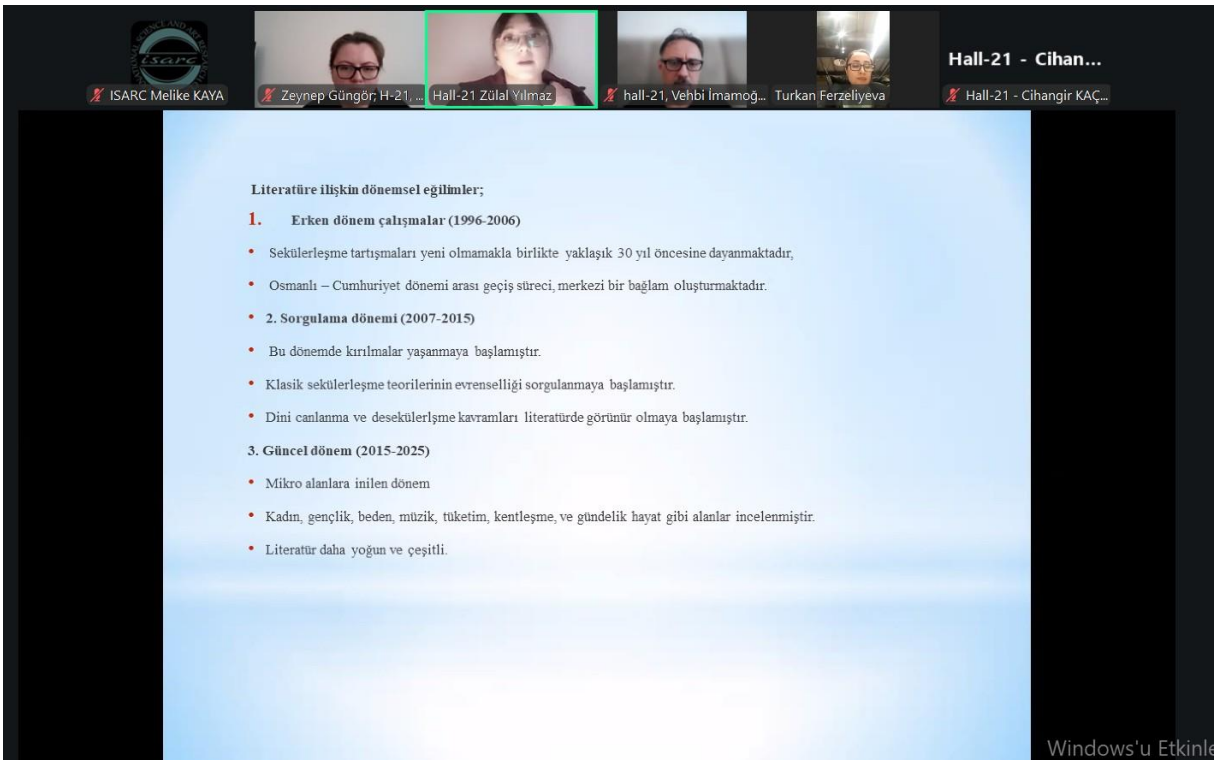

Sani B.S - Hall 7
Tamanna Rathee
Hall-7, Session...
HALL10_MANIK...
Rahmouni hanane hall7
S3 H7 salaithillaithilagam j
Sani B.S - Hall 7
Tamanna Rathee
Hall-7, Session 8, Rasel
HALL10_MANIKANTA
Abstract
This paper presents the design and simulation of a wideband microstrip patch antenna for sub-6 GHz 5G applications. The antenna is designed using ANSYS HFSS on an FR-4 and Rogers_R04350 substrate and operates over 3.0–5.5 GHz with a center frequency of 4.2 GHz. Simulation results show good impedance matching with S11 ≤ −10 dB, VSWR below 2, a peak gain of about 7 dBi, and radiation efficiency of nearly 85%. The compact size and stable radiation performance make the antenna suitable for 5G wireless communication systems
Click to add notes

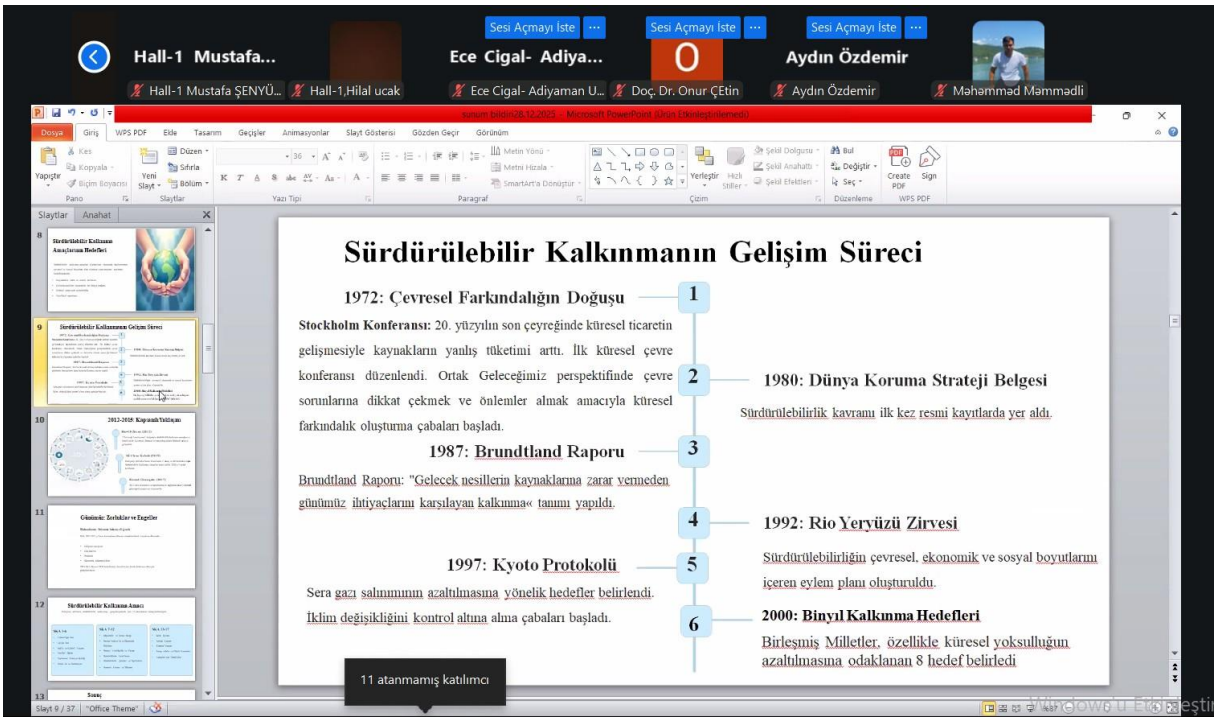

Hallname 10_se...
Raf Raf
Loichita hall 8 s...
Zina mahmood
ISARC Melike KAYA
Hallname 10_session3
Raf Raf
Loichita hall 8 session 3
Zina mahmood
Alexandra Dinu - Hall ...
Ambedkarite Iconography
• "Jai Bhim", blue colour, Ambedkar–Phule imagery
• Political assertion within mainstream cinema
• Break from class-based metaphors
• Visibility of Dalit political presence
Stop sharing
Hide
1 atanmamış katılımcı

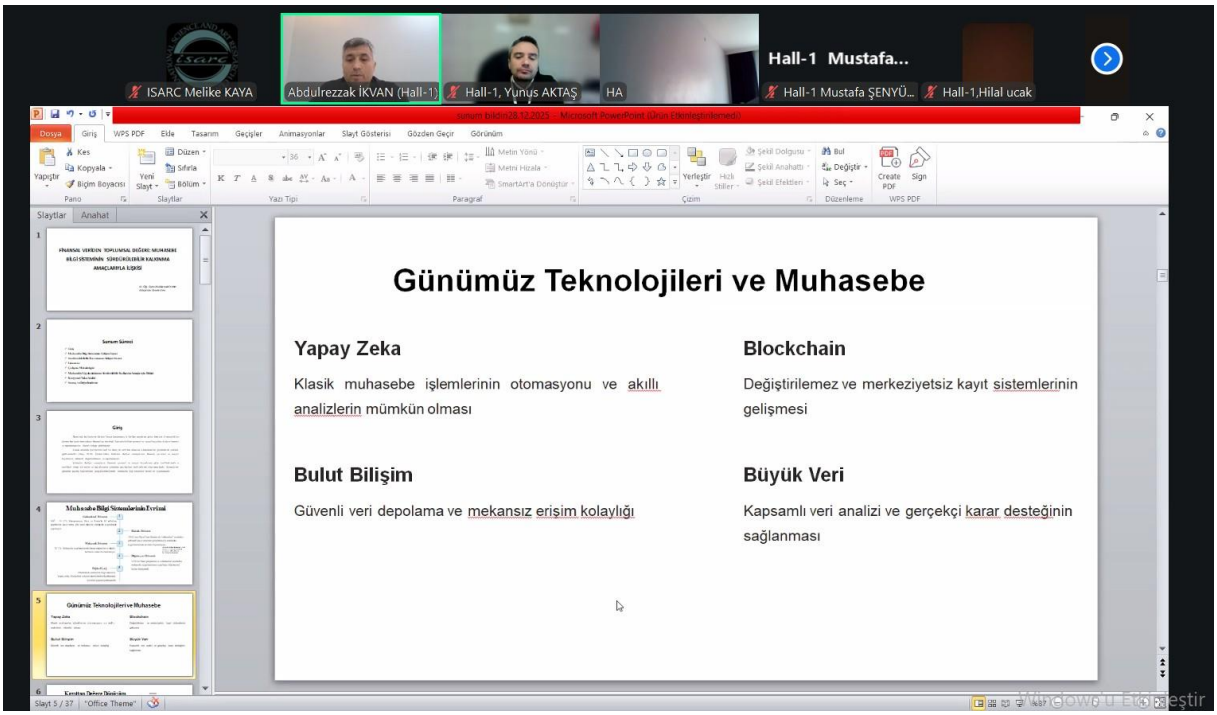

Romina Radons...
hall 12 Arbnorë...
Hall-12, Dr. Mo...
ISARC Melike KAYA
Romina Radonshiqi ha...
Hall-12, Dr. Muhamma...
hall 12 Arbnorë Aliu
Hall-12, Dr. Mohamed ...
Chemical investigation of the fly ash from the - PowerPoint
THE ECOLOGICAL RISK OF CONTAMINATION WITH TOXIC METALS IN THE SOILS, WASTE AND ASH, AROUND THE COMPLEX, THE KOSOVO THERMAL POWER PLANTS AND THE NEW FERRONIKEL
DEPARTMENT OF CHEMISTRY AND BIOLOGY, FACULTY OF NATURAL SCIENCE AND MATHEMATICS, UNIVERSITY OF PRISHTINA "HASAN PRISHTINA", STR. "GEORGE BUSH", NO. 31, 10000 PRISHTINA, KOSOVO
MSC. ISLAM ZUZAKU PROF.DR.SKENDER DEMAKU, MSC. DONIKA SYLEJMANI, MSC. ARBNORË ALIU,
Click to add notes

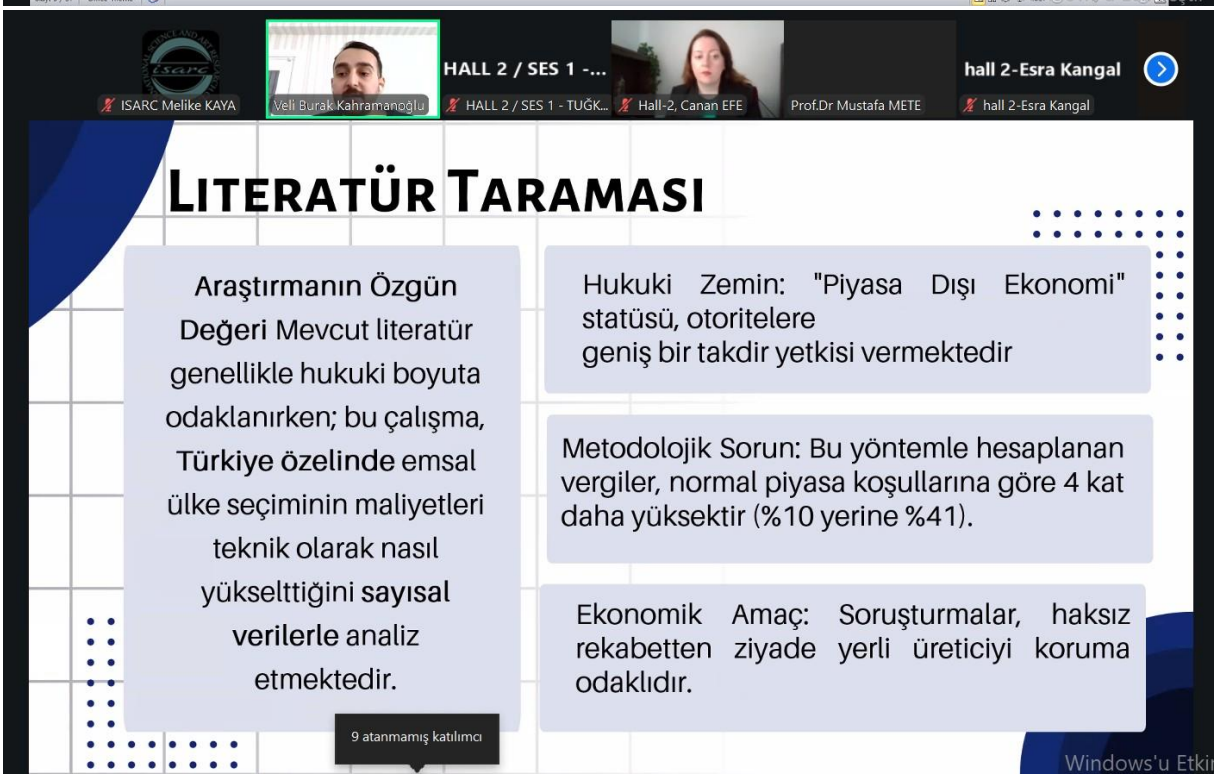

ISARC Melike KAYA
Alimert Gürbüz Hall-1
Hall-1, Semih Aktarer
Hall-1,Harun Guclu
Kemal ERŞAN
Emre Bulut Hall1
DEĞERLENDİRME
• KALIP MALİYETLERİNDEN TASARRUF
• ÜRETİM SÜRESİNİN KISALMASI
• DAHA KOLAY İŞÇİLİK
• YERİNDE ÜRETİM İMKÂNI VE TASARIM ESNEKLİĞİ
30 atanmamış katılımcı

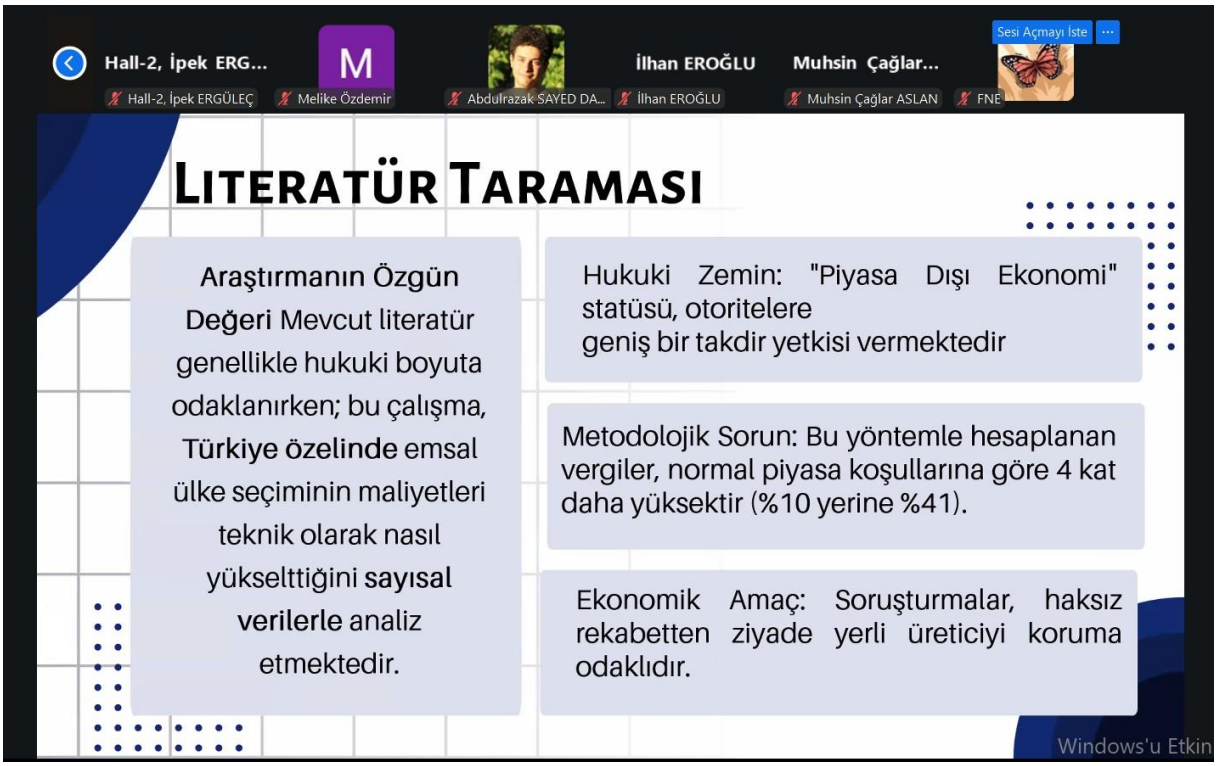

ISARC Melike KAYA
Emre Bulut Hall1
Önder CİVELEK
Hall-1, Semih Aktarer
Hall-1,Harun Guclu
Selin Efe Kayabaşı
Veri Odaklı Kapsamlı Bir Yaklaşım
1
Veri Toplama
Çok değişkenli set (Tüketim, Meteoloji, Zaman)
2
Veri Ön İşleme
Eksik veri tamamlama, Z-skor standardizasyonu, SMOTE-Tomek ile dengeleme
3
Model Eğitimi
29 farklı makine öğrenmesi modeli
4
Doğrulama
5 katlı çapraz doğrulama (5-fold cross-validation)
5
Performans Değerlendirmesi
Bağımsız test seti üzerinde metriklerin analizi
En iyi modeli belirlemek için adil, tekrarlanabilir ve kapsamlı bir metodoloji izlenerek, modellerin genelleme yeteneği ve sağlamlığı güvence altına alındı.

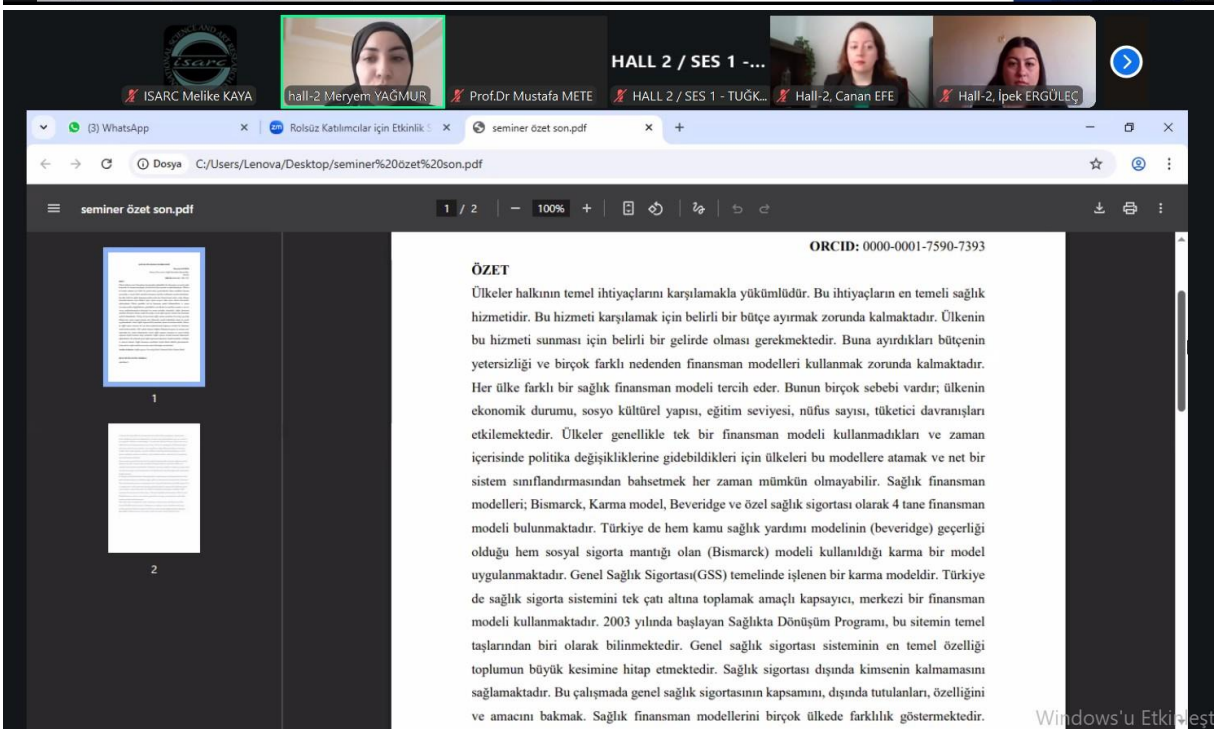

ISARC Melike KAYA
Zeynep Güngör, H-21, ...
Hall-21 Zülal Yılmaz
hall-21, Vehbi İmamoğ...
Turkan Ferzeliyeva
Hall-21 - Cihan...
Hall-21 - Cihangir KAÇ...
Literatüre ilişkin dönemsel eğilimler;
1. Erken dönem çalışmalar (1996-2006)
• Sekülerleşme tartışmaları yeni olmamakla birlikte yaklaşık 30 yıl öncesine dayanmaktadır,
• Osmanlı – Cumhuriyet dönemi arası geçiş süreci, merkezi bir bağlam oluşturmaktadır.
• 2. Sorgulama dönemi (2007-2015)
• Bu dönemde kırılmalar yaşanmaya başlamıştır.
• Klasik sekülerleşme teorilerinin evrenselliği sorgulanmaya başlamıştır.
• Dini canlanma ve desekülerlşme kavramları literatürde görünür olmaya başlamıştır.
3. Güncel dönem (2015-2025)
• Mikro alanlara inilen dönem
• Kadın, gençlik, beden, müzik, tüketim, kentleşme, ve gündelik hayat gibi alanlar incelenmiştir.
• Literatür daha yoğun ve çeşitli.
Windows'u Etkinl

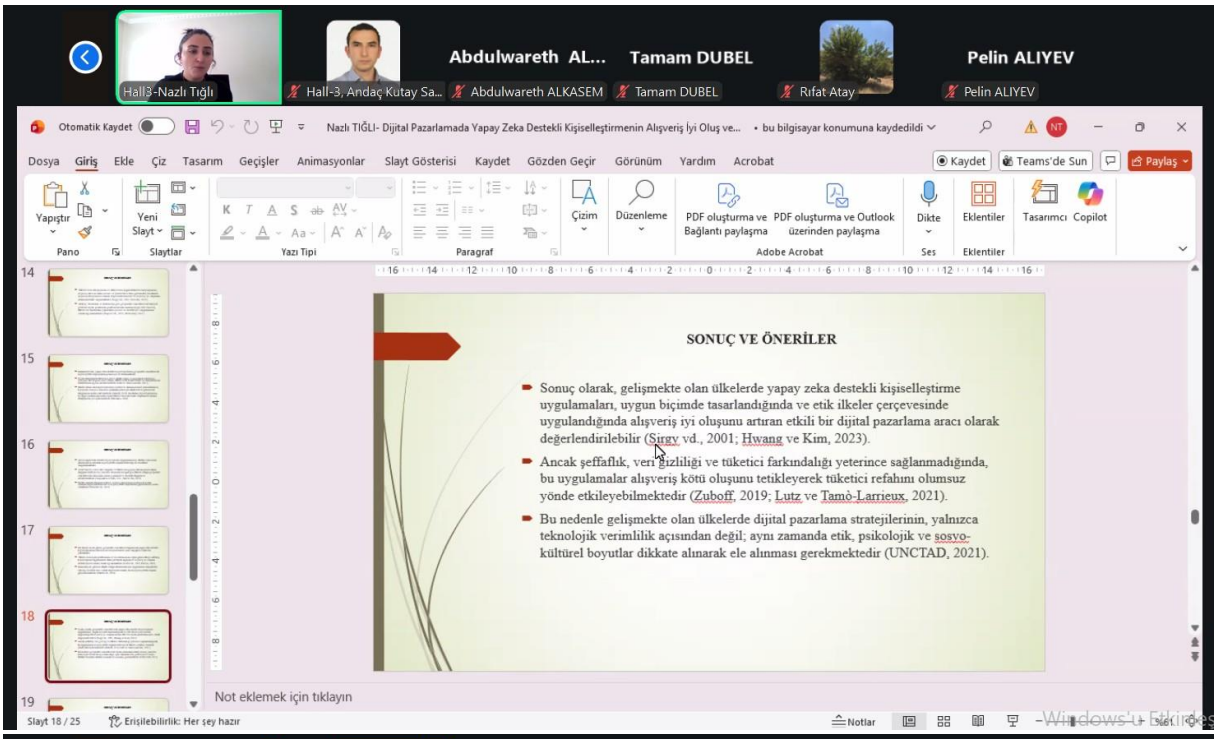

Hall-1 Mustafa...
Hall-1 Mustafa ŞENYÜ...
Hall-1,Hilal ucak
Ece Cigal- Adiya...
Ece Cigal- Adiyaman U...
Doç. Dr. Onur ÇEtin
Aydın Özdemir
Aydın Özdemir
Məhəmməd Məmmədli
Sürdürülebilir Kalkınmanın Gelişim Süreci
1972: Çevresel Farkındalığın Doğuşu
Stockholm Konferansı: 20. yüzyılın son çeyreğinde küresel ticaretin gelişmesiyle kaynakların yanlış tüketimi arttı. İlk küresel çevre konferansı düzenlendi. Ortak Geleceğimiz perspektifinde çevre sorunlarına dikkat çekmek ve önlemler almak amacıyla küresel farkındalık oluşturma çabaları başladı.
1980: Dünya Koruma Strateji Belgesi
Sürdürülebilirlik kavramı ilk kez resmi kayıtlarda yer aldı.
1987: Brundtland Raporu
Brundtland Raporu: "Gelecek nesillerin kaynaklarına zarar vermeden günümüz ihtiyaçlarını karşılayan kalkınma« tanımı yapıldı.
1992: Rio Yeryüzü Zirvesi
Sürdürülebilirliğin çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlarını içeren eylem planı oluşturuldu.
1997: Kyoto Protokolü
Sera gazı salınımının azaltılmasına yönelik hedefler belirlendi. İklim değişikliğini kontrol altına alma çabaları başladı.
2000: Binyıl Kalkınma Hedefleri
Birleşmiş Milletler, özellikle küresel yoksulluğun azaltılmasına odaklanan 8 hedef belirledi
11 atanmamış katılımcı

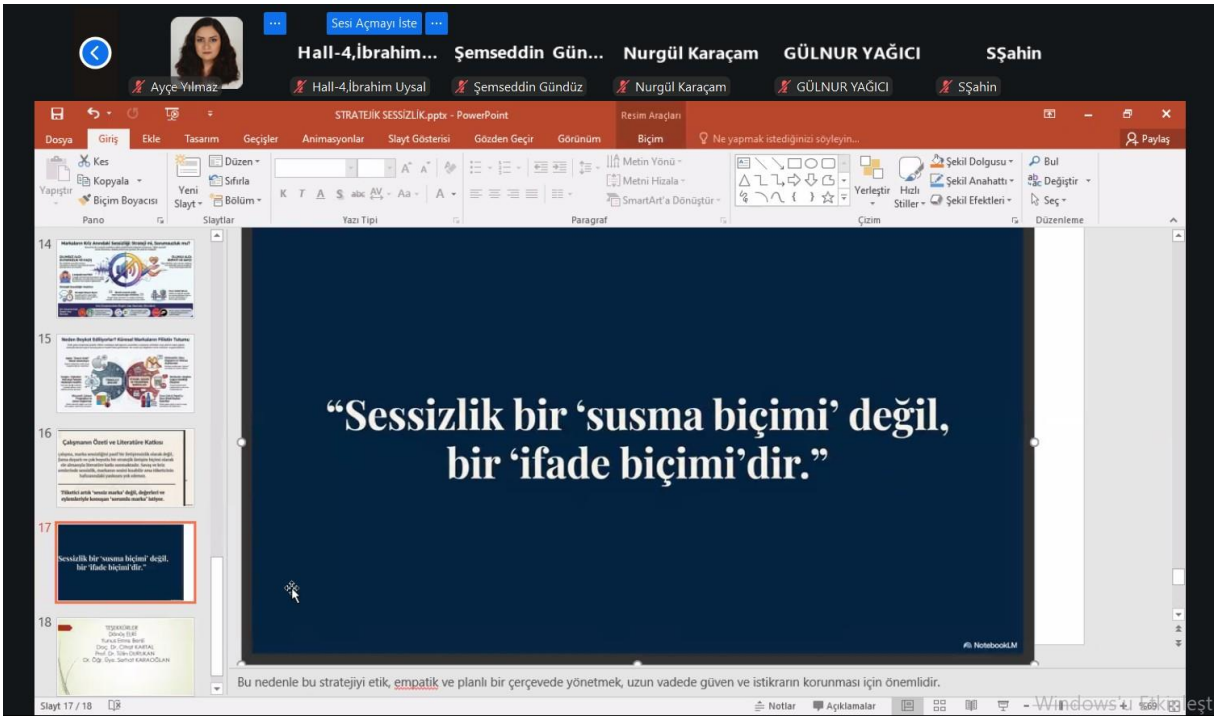

ISARC Melike KAYA
Abdulrezzak İKVAN (Hall-1)
Hall-1, Yunus AKTAŞ
HA
Hall-1 Mustafa...
Hall-1 Mustafa ŞENYÜ...
Hall-1,Hilal ucak
Günümüz Teknolojileri ve Muhasebe
Yapay Zeka
Klasik muhasebe işlemlerinin otomasyonu ve akıllı analizlerin mümkün olması
Blockchain
Değiştirilemez ve merkeziyetsiz kayıt sistemlerinin gelişmesi
Bulut Bilişim
Güvenli veri depolama ve mekansız erişim kolaylığı
Büyük Veri
Kapsamlı veri analizi ve gerçekçi karar desteğinin sağlanması

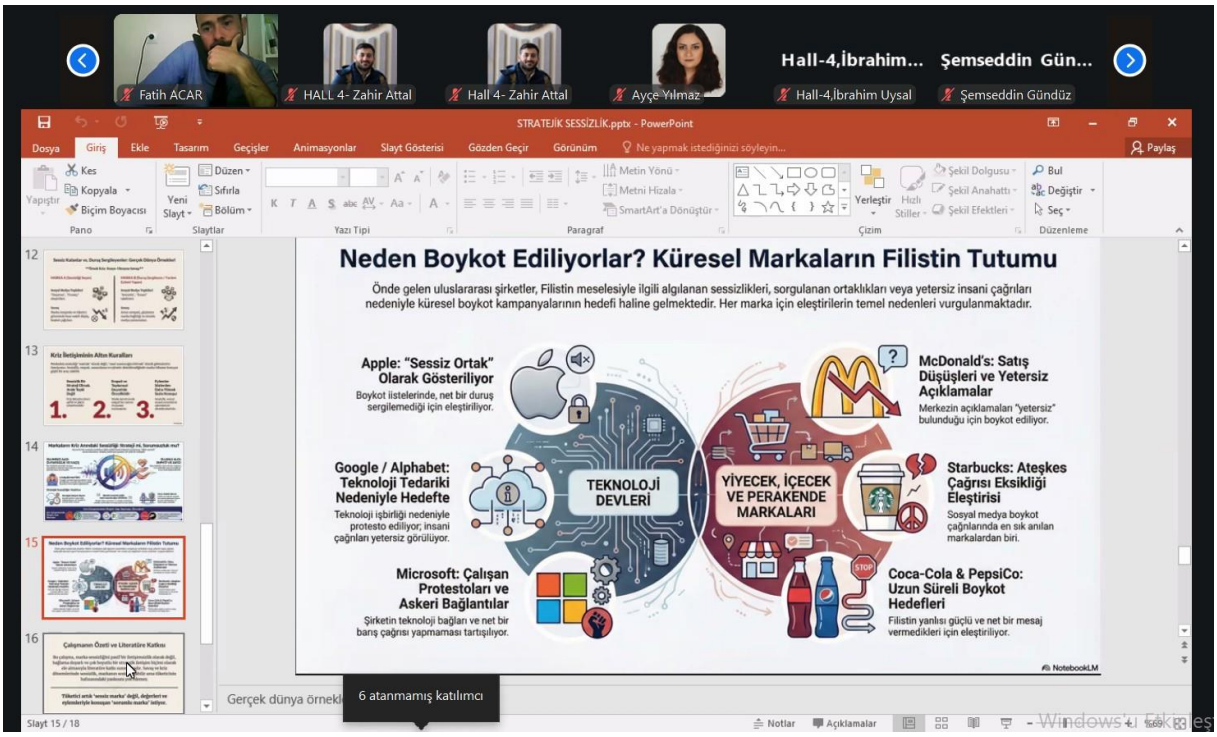

ISARC Melike KAYA
Veli Burak Kahramanoğlu
HALL 2 / SES 1 -...
HALL 2 / SES 1 - TUĞK...
Hall-2, Canan EFE
Prof.Dr Mustafa METE
hall 2-Esra Kangal
hall 2-Esra Kangal
LITERATÜR TARAMASI
Araştırmanın Özgün Değeri Mevcut literatür genellikle hukuki boyuta odaklanırken; bu çalışma, Türkiye özelinde emsal ülke seçiminin maliyetleri teknik olarak nasıl yükselttiğini sayısal verilerle analiz etmektedir.
Hukuki Zemin: "Piyasa Dışı Ekonomi" statüsü, otoritelere geniş bir takdir yetkisi vermektedir
Metodolojik Sorun: Bu yöntemle hesaplanan vergiler, normal piyasa koşullarına göre 4 kat daha yüksektir (%10 yerine %41).
Ekonomik Amaç: Soruşturmalar, haksız rekabetten ziyade yerli üreticiyi koruma odaklıdır.
9 atanmamış katılımcı

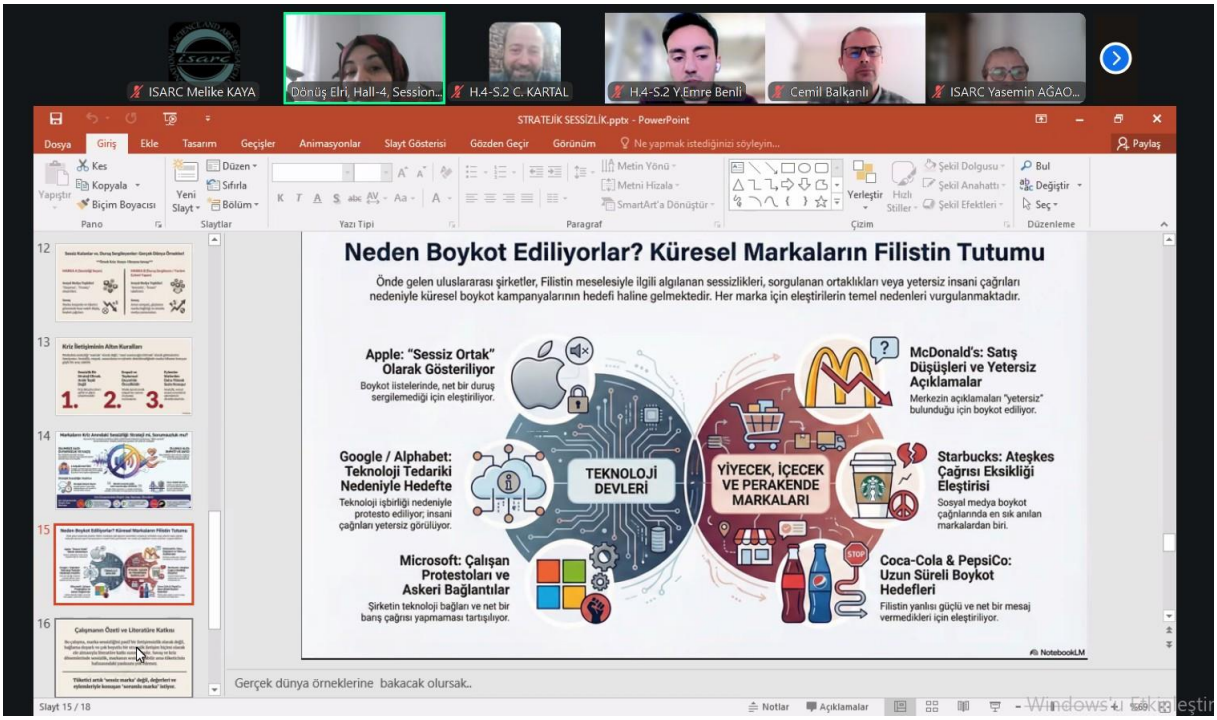

Hall-2, İpek ERG...
Hall-2, İpek ERGÜLEÇ
Melike Özdemir
Abdulrazak SAYED DA...
İlhan EROĞLU
İlhan EROĞLU
Muhsin Çağlar...
Muhsin Çağlar ASLAN
FNE
Sesi Açmayı İste
LITERATÜR TARAMASI
Araştırmanın Özgün Değeri Mevcut literatür genellikle hukuki boyuta odaklanırken; bu çalışma, Türkiye özelinde emsal ülke seçiminin maliyetleri teknik olarak nasıl yükselttiğini sayısal verilerle analiz etmektedir.
Hukuki Zemin: "Piyasa Dışı Ekonomi" statüsü, otoritelere geniş bir takdir yetkisi vermektedir
Metodolojik Sorun: Bu yöntemle hesaplanan vergiler, normal piyasa koşullarına göre 4 kat daha yüksektir (%10 yerine %41).
Ekonomik Amaç: Soruşturmalar, haksız rekabetten ziyade yerli üreticiyi koruma odaklıdır.
Windows'u Etkin

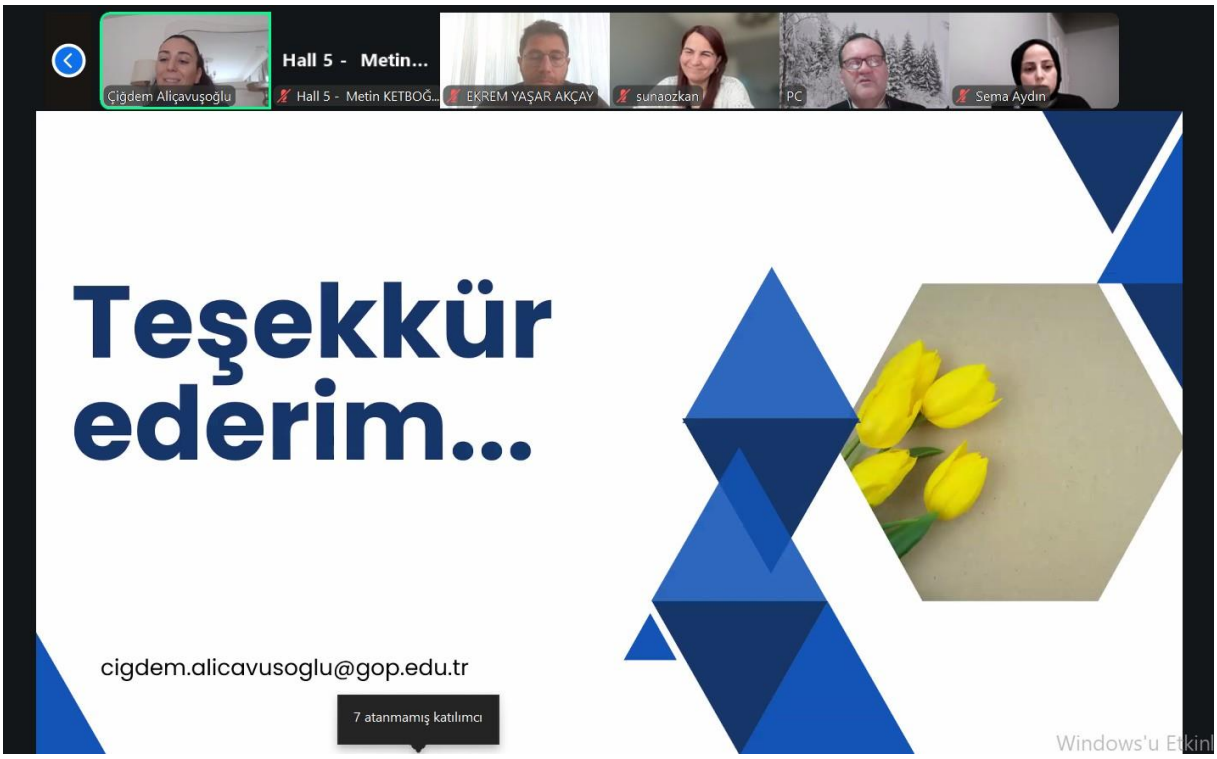

ISARC Melike KAYA
hall-2 Meryem YAĞMUR
Prof.Dr Mustafa METE
HALL 2 / SES 1 -...
HALL 2 / SES 1 - TUĞK...
Hall-2, Canan EFE
Hall-2, İpek ERGÜLEÇ
(3) WhatsApp
Rolsüz Katılımcılar için Etkinlik
seminer özet son.pdf
Dosya C:/Users/Lenova/Desktop/seminer%20özet%20son.pdf
seminer özet son.pdf
1 / 2
100%
ORCID: 0000-0001-7590-7393
ÖZET
Ülkeler halkının temel ihtiyaçlarını karşılamakla yükümlüdür. Bu ihtiyaçların en temeli sağlık hizmetidir. Bu hizmeti karşılamak için belirli bir bütçe ayırmak zorunda kalmaktadır. Ülkenin bu hizmeti sunması için belirli bir gelirde olması gerekmektedir. Buna ayırdıkları bütçenin yetersizliği ve birçok farklı nedenden finansman modelleri kullanmak zorunda kalmaktadır. Her ülke farklı bir sağlık finansman modeli tercih eder. Bunun birçok sebebi vardır; ülkenin ekonomik durumu, sosyo kültürel yapısı, eğitim seviyesi, nüfus sayısı, tüketici davranışları etkilemektedir. Ülkeler genellikle tek bir finansman modeli kullanmadıkları ve zaman içerisinde politika değişikliklerine gidebildikleri için ülkeleri bu modellere atamak ve net bir sistem sınıflandırmasından bahsetmek her zaman mümkün olmayabilir. Sağlık finansman modelleri; Bismarck, Karma model, Beveridge ve özel sağlık sigortası olarak 4 tane finansman modeli bulunmaktadır. Türkiye de hem kamu sağlık yardımı modelinin (beveridge) geçerliği olduğu hem sosyal sigorta mantığı olan (Bismarck) modeli kullanıldığı karma bir model uygulanmaktadır. Genel Sağlık Sigortası(GSS) temelinde işlenen bir karma modeldir. Türkiye de sağlık sigorta sistemini tek çatı altına toplamak amaçlı kapsayıcı, merkezi bir finansman modeli kullanmaktadır. 2003 yılında başlayan Sağlıkta Dönüşüm Programı, bu sitemin temel taşlarından biri olarak bilinmektedir. Genel sağlık sigortası sisteminin en temel özelliği toplumun büyük kesimine hitap etmektedir. Sağlık sigortası dışında kimsenin kalmamasını sağlamaktadır. Bu çalışmada genel sağlık sigortasının kapsamını, dışında tutulanları, özelliğini ve amacını bakmak. Sağlık finansman modellerini birçok ülkede farklılık göstermektedir.
Windows'u Etkinleştir

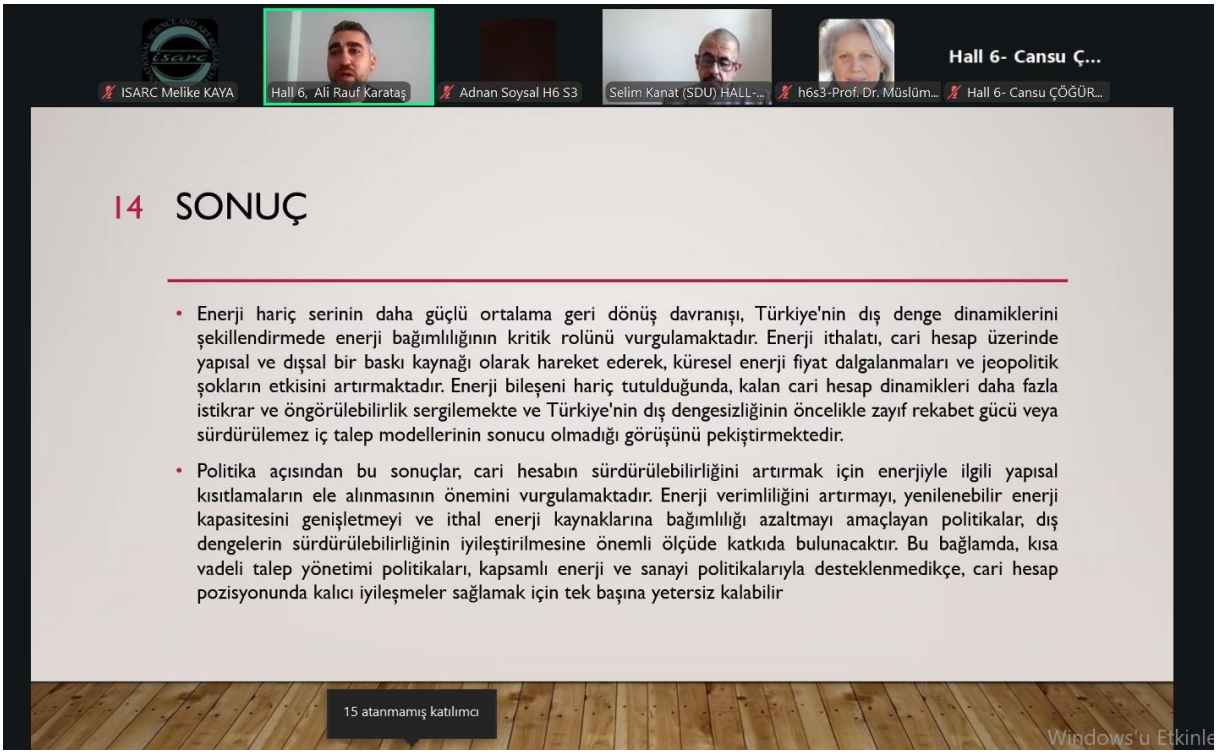

Hall-3-Nazlı Tığlı
Hall-3, Andaç Kutay Sa...
Abdulwareth AL...
Abdulwareth ALKASEM
Tamam DUBEL
Rıfat Atay
Pelin ALIYEV
Nazlı TIĞLI- Dijital Pazarlamada Yapay Zeka Destekli Kişiselleştirmenin Alışveriş İyi Oluş ve...
SONUÇ VE ÖNERİLER
Sonuç olarak, gelişmekte olan ülkelerde yapay zeka destekli kişiselleştirme uygulamaları, uygun biçimde tasarlandığında ve etik ilkeler çerçevesinde uygulandığında alışveriş iyi oluşunu artıran etkili bir dijital pazarlama aracı olarak değerlendirilebilir (Sirgy vd., 2001; Hwang ve Kim, 2023).
Ancak şeffaflık, veri gizliliği ve tüketici farkındalığı yeterince sağlanmadığında, bu uygulamalar alışveriş kötü oluşunu tetikleyerek tüketici refahını olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Zuboff, 2019; Lutz ve Tamò-Larrieux, 2021).
Bu nedenle gelişmekte olan ülkelerde dijital pazarlama stratejilerinin, yalnızca teknolojik verimlilik açısından değil; aynı zamanda etik, psikolojik ve sosyo-kültürel boyutlar dikkate alınarak ele alınması gerekmektedir (UNCTAD, 2021).
Not eklemek için tıklayın
Slayt 18 / 25

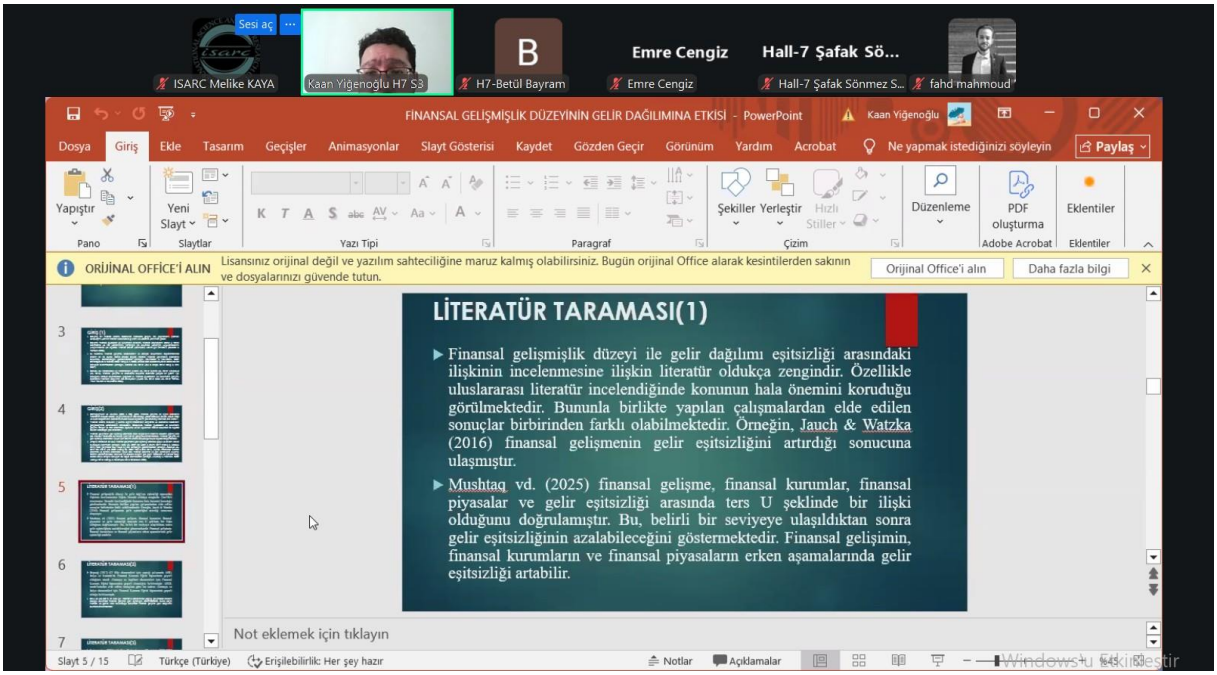

Ayçe Yılmaz
Hall-4,İbrahim...
Şemseddin Gün...
Nurgül Karaçam
GÜLNUR YAĞICI
SŞahin
Hall-4,İbrahim Uysal
Şemseddin Gündüz
Nurgül Karaçam
GÜLNUR YAĞICI
SŞahin
STRATEJİK SESSİZLİK.pptx - PowerPoint
“Sessizlik bir ‘susma biçimi’ değil, bir ‘ifade biçimi’dir.”
Bu nedenle bu stratejiyi etik, empatik ve planlı bir çerçevede yönetmek, uzun vadede güven ve istikrarın korunması için önemlidir.
Slayt 17 / 18

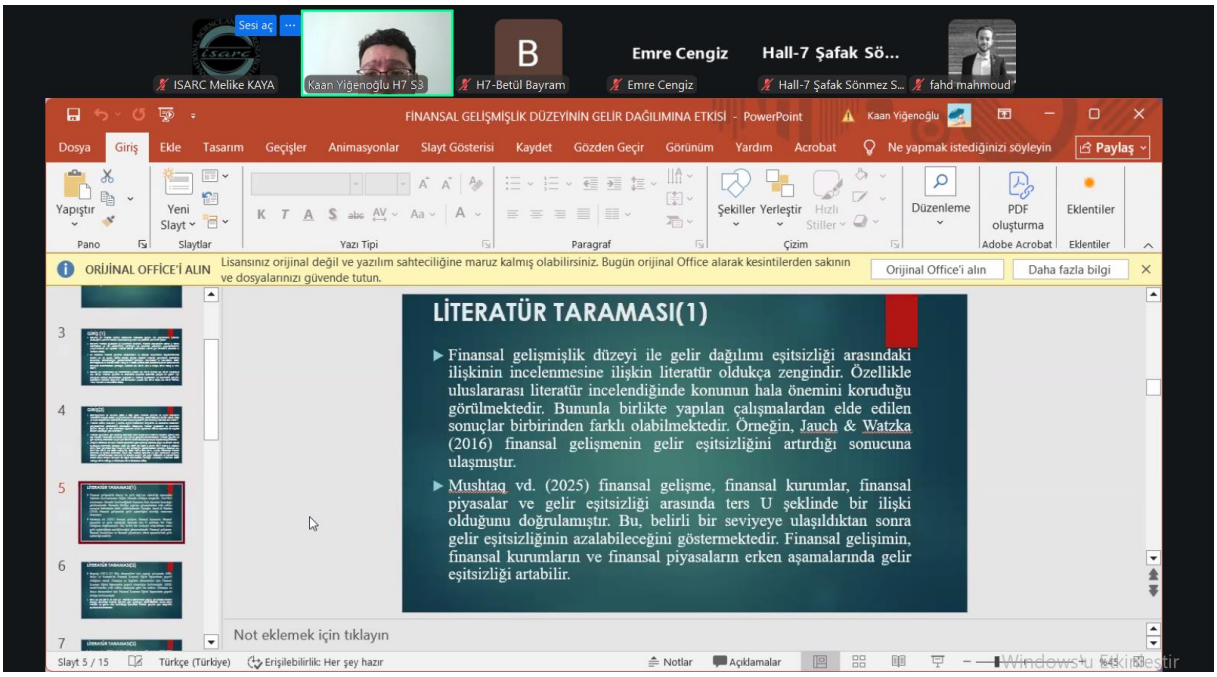

Fatih ACAR
HALL 4- Zahir Attal
Hall 4- Zahir Attal
Ayçe Yılmaz
Hall-4,İbrahim...
Şemseddin Gün...
Hall-4,İbrahim Uysal
Şemseddin Gündüz
STRATEJİK SESSİZLİK.pptx - PowerPoint
Neden Boykot Ediliyorlar? Küresel Markaların Filistin Tutumu
Önde gelen uluslararası şirketler, Filistin meselesiyle ilgili algılanan sessizlikleri, sorgulanan ortaklıkları veya yetersiz insani çağrıları nedeniyle küresel boykot kampanyalarının hedefi haline gelmektedir. Her marka için eleştirilerin temel nedenleri vurgulanmaktadır.
Apple: "Sessiz Ortak" Olarak Gösteriliyor
Boykot listelerinde, net bir duruş sergilemediği için eleştiriliyor.
Google / Alphabet: Teknoloji Tedariki Nedeniyle Hedefte
Teknoloji işbirliği nedeniyle protesto ediliyor; insani çağrıları yetersiz görülüyor.
Microsoft: Çalışan Protestoları ve Askeri Bağlantılar
Şirketin teknoloji bağları ve net bir barış çağrısı yapmaması tartışılıyor.
TEKNOLOJİ DEVLERİ
YİYECEK, İÇECEK VE PERAKENDE MARKALARI
McDonald's: Satış Düşüşleri ve Yetersiz Açıklamalar
Merkezin açıklamaları "yetersiz" bulunduğu için boykot ediliyor.
Starbucks: Ateşkes Çağrısı Eksikliği Eleştirisi
Sosyal medya boykot çağrılarında en sık anılan markalardan biri.
Coca-Cola & PepsiCo: Uzun Süreli Boykot Hedefleri
Filistin yanlısı güçlü ve net bir mesaj vermedikleri için eleştiriliyor.
NotebookLM
6 atanmamış katılımcı
Slayt 15 / 18

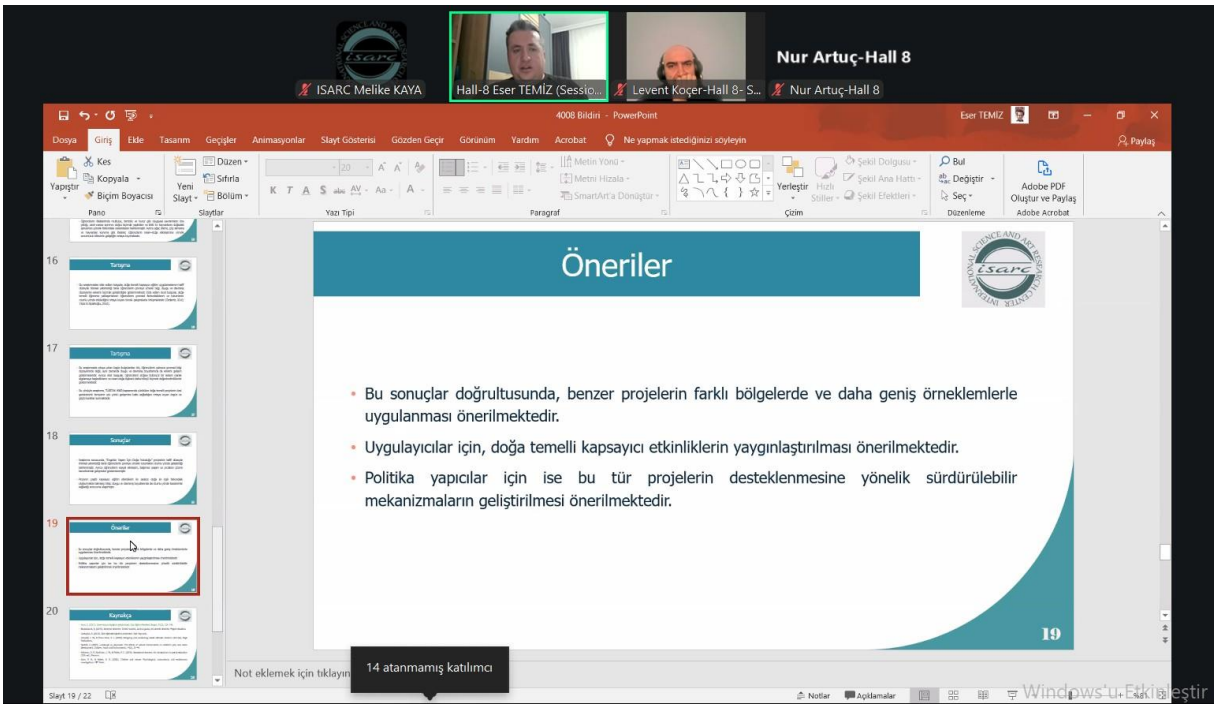

ISARC Melike KAYA
Dönüş Elri, Hall-4, Session...
H.4-S.2 C. KARTAL
H.4-S.2 Y.Emre Benli
Cemil Balkanlı
ISARC Yasemin AĞAO...
STRATEJİK SESSİZLİK.pptx - PowerPoint
Neden Boykot Ediliyorlar? Küresel Markaların Filistin Tutumu
Önde gelen uluslararası şirketler, Filistin meselesiyle ilgili algılanan sessizlikleri, sorgulanan ortaklıkları veya yetersiz insani çağrıları nedeniyle küresel boykot kampanyalarının hedefi haline gelmektedir. Her marka için eleştirilerin temel nedenleri vurgulanmaktadır.
Apple: "Sessiz Ortak" Olarak Gösteriliyor
Boykot listelerinde, net bir duruş sergilemediği için eleştiriliyor.
Google / Alphabet: Teknoloji Tedariki Nedeniyle Hedefte
Teknoloji işbirliği nedeniyle protesto ediliyor; insani çağrıları yetersiz görülüyor.
Microsoft: Çalışan Protestoları ve Askeri Bağlantılar
Şirketin teknoloji bağları ve net bir barış çağrısı yapmaması tartışılıyor.
TEKNOLOJİ DEVLERİ
YİYECEK, İÇECEK VE PERAKENDE MARKALARI
McDonald's: Satış Düşüşleri ve Yetersiz Açıklamalar
Merkezin açıklamaları "yetersiz" bulunduğu için boykot ediliyor.
Starbucks: Ateşkes Çağrısı Eksikliği Eleştirisi
Sosyal medya boykot çağrılarında en sık anılan markalardan biri.
Coca-Cola & PepsiCo: Uzun Süreli Boykot Hedefleri
Filistin yanlısı güçlü ve net bir mesaj vermedikleri için eleştiriliyor.
NotebookLM
Gerçek dünya örneklerine bakacak olursak..
Slayt 15 / 18

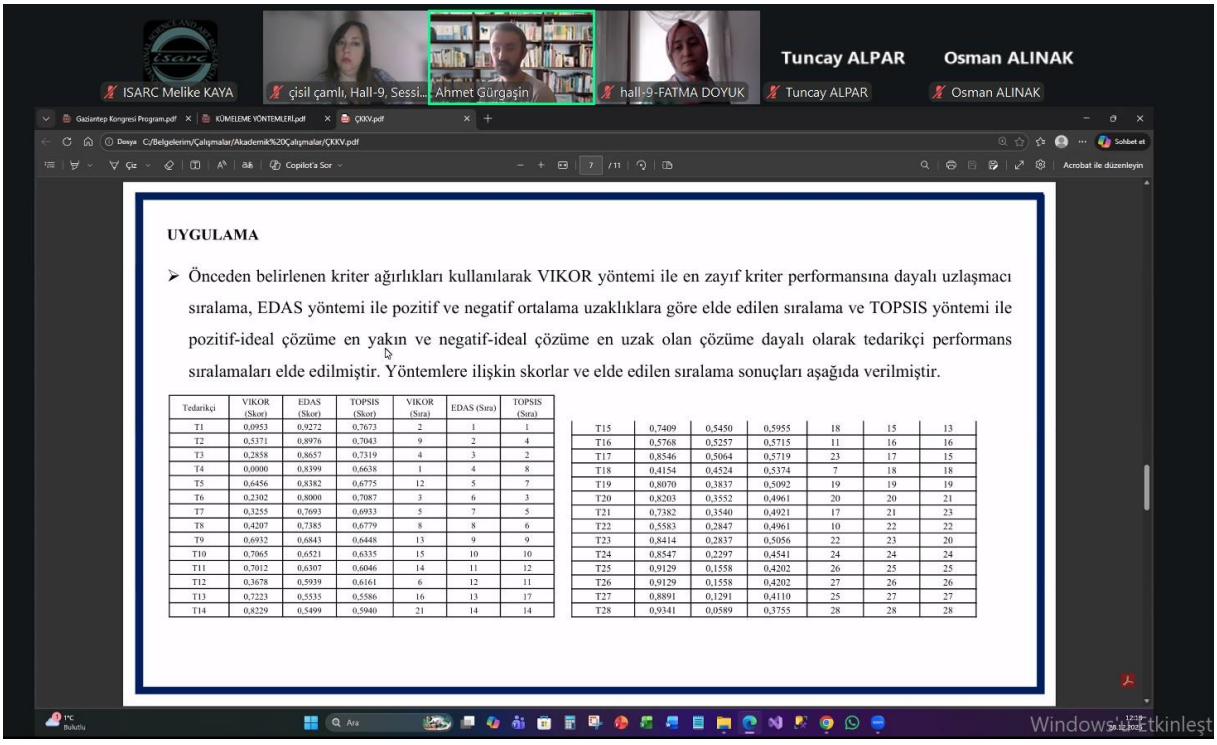

Çiğdem Aliçavuşoğlu
Hall 5 - Metin...
Hall 5 - Metin KETBOĞ...
EKREM YAŞAR AKÇAY
sunaozkan
PC
Sema Aydın
Teşekkür ederim...
cigdem.alicavusoglu@gop.edu.tr
7 atanmamış katılımcı
Windows'u Etkinl


ISARC Melike KAYA
Hall 6, Ali Rauf Karataş
Adnan Soysal H6 S3
Selim Kanat (SDU) HALL-...
h6s3-Prof. Dr. Müslüm...
Hall 6- Cansu Ç...
Hall 6- Cansu ÇÖĞÜR...
14 SONUÇ
• Enerji hariç serinin daha güçlü ortalama geri dönüş davranışı, Türkiye'nin dış denge dinamiklerini şekillendirmede enerji bağımlılığının kritik rolünü vurgulamaktadır. Enerji ithalatı, cari hesap üzerinde yapısal ve dışsal bir baskı kaynağı olarak hareket ederek, küresel enerji fiyat dalgalanmaları ve jeopolitik şokların etkisini artırmaktadır. Enerji bileşeni hariç tutulduğunda, kalan cari hesap dinamikleri daha fazla istikrar ve öngörülebilirlik sergilemekte ve Türkiye'nin dış dengesizliğinin öncelikle zayıf rekabet gücü veya sürdürülemez iç talep modellerinin sonucu olmadığı görüşünü pekiştirmektedir.
• Politika açısından bu sonuçlar, cari hesabın sürdürülebilirliğini artırmak için enerjiyle ilgili yapısal kısıtlamaların ele alınmasının önemini vurgulamaktadır. Enerji verimliliğini artırmayı, yenilenebilir enerji kapasitesini genişletmeyi ve ithal enerji kaynaklarına bağımlılığı azaltmayı amaçlayan politikalar, dış dengelerin sürdürülebilirliğinin iyileştirilmesine önemli ölçüde katkıda bulunacaktır. Bu bağlamda, kısa vadeli talep yönetimi politikaları, kapsamlı enerji ve sanayi politikalarıyla desteklenmedikçe, cari hesap pozisyonunda kalıcı iyileşmeler sağlamak için tek başına yetersiz kalabilir
15 atanmamış katılımcı
Windows'u Etkinle

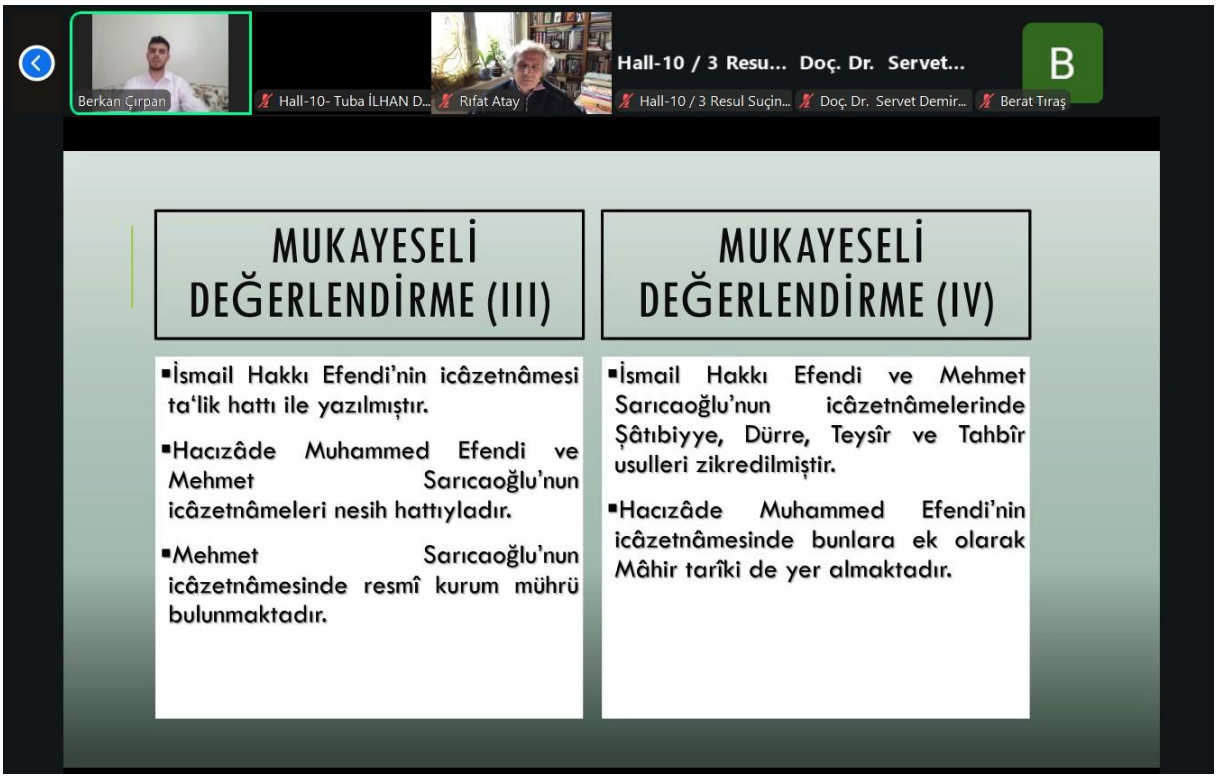

Sesi aç
ISARC Melike KAYA
Kaan Yigenoğlu H7 S3
H7-Betül Bayram
Emre Cengiz
Hall-7 Şafak Sö...
Hall-7 Şafak Sönmez S...
fahd mahmoud
FİNANSAL GELİŞMİŞLİK DÜZEYİNİN GELİR DAĞILIMINA ETKİSİ - PowerPoint
Kaan Yigenoğlu
Dosya Giriş Ekle Tasarım Geçişler Animasyonlar Slayt Gösterisi Kaydet Gözden Geçir Görünüm Yardım Acrobat
Ne yapmak istediğinizi söyleyin
Paylaş
ORİJİNAL OFFİCE'İ ALIN
Lisansınız orijinal değil ve yazılım sahteciliğine maruz kalmış olabilirsiniz. Bugün orijinal Office alarak kesintilerden sakının ve dosyalarınızı güvende tutun.
Orijinal Office'i alın
Daha fazla bilgi
LİTERATÜR TARAMASI(1)
Finansal gelişmişlik düzeyi ile gelir dağılımı eşitsizliği arasındaki ilişkinin incelenmesine ilişkin literatür oldukça zengindir. Özellikle uluslararası literatür incelendiğinde konunun hala önemini koruduğu görülmektedir. Bununla birlikte yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar birbirinden farklı olabilmektedir. Örneğin, Jauch & Watzka (2016) finansal gelişmenin gelir eşitsizliğini artırdığı sonucuna ulaşmıştır.
Mushtaq vd. (2025) finansal gelişme, finansal kurumlar, finansal piyasalar ve gelir eşitsizliği arasında ters U şeklinde bir ilişki olduğunu doğrulamıştır. Bu, belirli bir seviyeye ulaşıldıktan sonra gelir eşitsizliğinin azalabileceğini göstermektedir. Finansal gelişimin, finansal kurumların ve finansal piyasaların erken aşamalarında gelir eşitsizliği artabilir.
Not eklemek için tıklayın
Slayt 5 / 15
Türkçe (Türkiye)
Erişilebilirlik: Her şey hazır
Notlar
Açıklamalar


Sesi aç
ISARC Melike KAYA
Kaan Yigenoğlu H7 S3
H7-Betül Bayram
Emre Cengiz
Hall-7 Şafak Sö...
Hall-7 Şafak Sönmez S...
fahd mahmoud
FİNANSAL GELİŞMİŞLİK DÜZEYİNİN GELİR DAĞILIMINA ETKİSİ - PowerPoint
Kaan Yigenoğlu
Dosya Giriş Ekle Tasarım Geçişler Animasyonlar Slayt Gösterisi Kaydet Gözden Geçir Görünüm Yardım Acrobat
Ne yapmak istediğinizi söyleyin
Paylaş
ORİJİNAL OFFİCE'İ ALIN
Lisansınız orijinal değil ve yazılım sahteciliğine maruz kalmış olabilirsiniz. Bugün orijinal Office alarak kesintilerden sakının ve dosyalarınızı güvende tutun.
Orijinal Office'i alın
Daha fazla bilgi
LİTERATÜR TARAMASI(1)
Finansal gelişmişlik düzeyi ile gelir dağılımı eşitsizliği arasındaki ilişkinin incelenmesine ilişkin literatür oldukça zengindir. Özellikle uluslararası literatür incelendiğinde konunun hala önemini koruduğu görülmektedir. Bununla birlikte yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar birbirinden farklı olabilmektedir. Örneğin, Jauch & Watzka (2016) finansal gelişmenin gelir eşitsizliğini artırdığı sonucuna ulaşmıştır.
Mushtaq vd. (2025) finansal gelişme, finansal kurumlar, finansal piyasalar ve gelir eşitsizliği arasında ters U şeklinde bir ilişki olduğunu doğrulamıştır. Bu, belirli bir seviyeye ulaşıldıktan sonra gelir eşitsizliğinin azalabileceğini göstermektedir. Finansal gelişimin, finansal kurumların ve finansal piyasaların erken aşamalarında gelir eşitsizliği artabilir.
Not eklemek için tıklayın
Slayt 5 / 15
Türkçe (Türkiye)
Erişilebilirlik: Her şey hazır
Notlar
Açıklamalar





Tedarikçi	VIKOR (Skor)	EDAS (Skor)	TOPSIS (Skor)	VIKOR (Sıra)	EDAS (Sıra)	TOPSIS (Sıra)
T1	0,0953	0,9272	0,7673	2	1	1
T2	0,5371	0,8976	0,7043	9	2	4
T3	0,2858	0,8657	0,7319	4	3	2
T4	0,0000	0,8399	0,6638	1	4	8
T5	0,6456	0,8382	0,6775	12	5	7
T6	0,2302	0,8000	0,7087	3	6	3
T7	0,3255	0,7693	0,6933	5	7	5
T8	0,4207	0,7385	0,6779	8	8	6
T9	0,6932	0,6843	0,6448	13	9	9
T10	0,7065	0,6521	0,6335	15	10	10
T11	0,7012	0,6307	0,6046	14	11	12
T12	0,3678	0,5939	0,6161	6	12	11
T13	0,7223	0,5535	0,5586	16	13	17
T14	0,8229	0,5499	0,5940	21	14	14
T15	0,7409	0,5450	0,5955	18	15	13
T16	0,5768	0,5257	0,5715	11	16	16
T17	0,8546	0,5064	0,5719	23	17	15
T18	0,4154	0,4524	0,5374	7	18	18
T19	0,8070	0,3837	0,5092	19	19	19
T20	0,8203	0,3552	0,4961	20	20	21
T21	0,7382	0,3540	0,4921	17	21	23
T22	0,5583	0,2847	0,4961	10	22	22
T23	0,8414	0,2837	0,5056	22	23	20
T24	0,8547	0,2297	0,4541	24	24	24
T25	0,9129	0,1558	0,4202	26	25	25
T26	0,9129	0,1558	0,4202	27	26	26
T27	0,8891	0,1291	0,4110	25	27	27
T28	0,9341	0,0589	0,3755	28	28	28


Berkan Çırpan
Hall-10- Tuba İLHAN D...
Rıfat Atay
Hall-10 / 3 Resu... Doç. Dr. Servet...
Hall-10 / 3 Resul Suçin...
Doç. Dr. Servet Demir...
Berat Tıraş
B
MUKAYESELİ DEĞERLENDİRME (III)
İsmail Hakkı Efendi'nin icâzetnâmesi ta'lik hattı ile yazılmıştır.
Hacızâde Muhammed Efendi ve Mehmet Sarıcaoğlu'nun icâzetnâmeleri nesih hattıyladır.
Mehmet Sarıcaoğlu'nun icâzetnâmesinde resmî kurum mührü bulunmaktadır.
MUKAYESELİ DEĞERLENDİRME (IV)
İsmail Hakkı Efendi ve Mehmet Sarıcaoğlu'nun icâzetnâmelerinde Şâtıbiyye, Dürre, Teysîr ve Tahbîr usulleri zikredilmiştir.
Hacızâde Muhammed Efendi'nin icâzetnâmesinde bunlara ek olarak Mâhir tarîki de yer almaktadır.


ISARC Melike KAYA
H1-Ahmet BEKEN
Berkan Çırpan
Hall-10- Tuba İLHAN D...
Rıfat Atay
Hall-10 / 3 Resu...
Hall-10 / 3 Resul Suçin...
MUKAYESELİ DEĞERLENDİRME (I)
Hacızâde Muhammed Efendi, silsileyi saymayı Ebû Amr ed-Dânî'de bırakmıştır.
İsmail Hakkı Efendi ve Mehmet Sarıcaoğlu ise sened zincirini tek tek zikretmiştir.
MUKAYESELİ DEĞERLENDİRME (II)
Mehmet Sarıcaoğlu'nun silsilesinde Hacızâde Muhammed Efendi on birinci sırada yer almaktadır.
Sarıcaoğlu'nun ve Balyalı İsmail Hakkı Efendi'nin senedleri Evliya Efendi'de birleşmektedir.

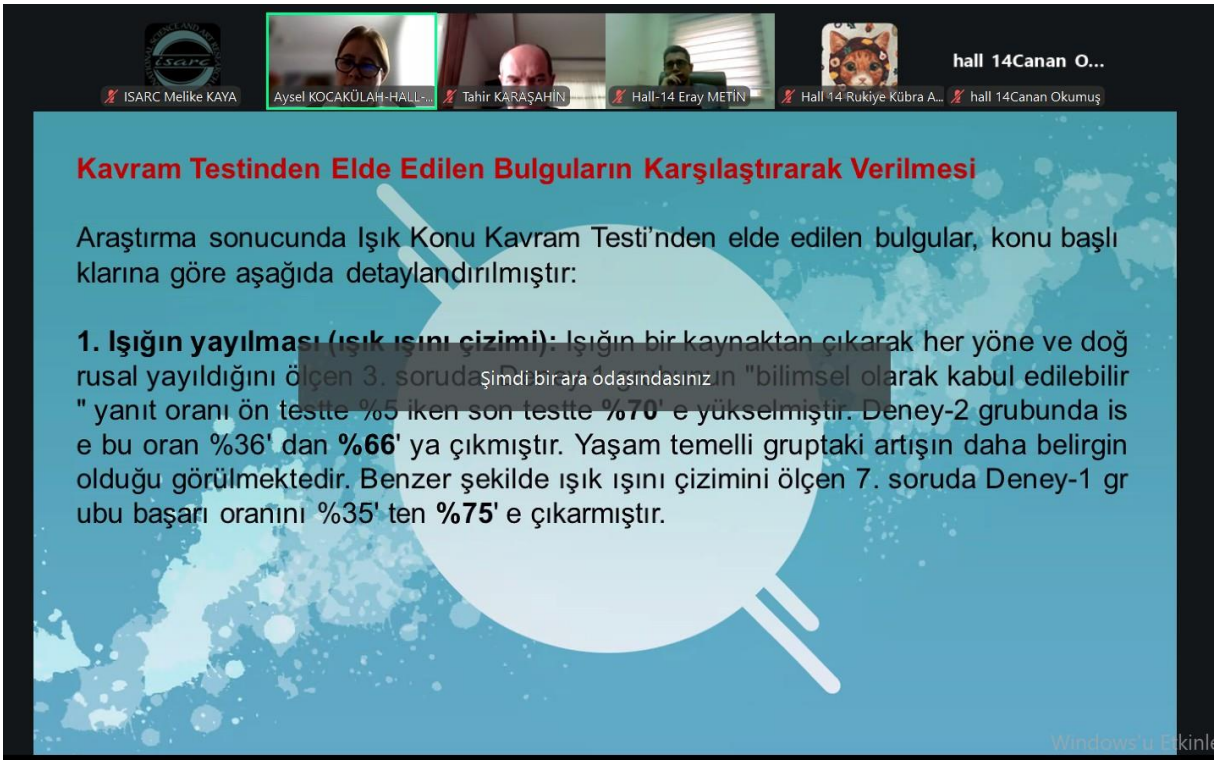

Sesi Açmayı İste
Ceyda Kaçmaz...
Hall 11 Senem T...
EDA KÖRLÜK
Hall 11 - Nuri S...
Doç. Dr. Berna DUMA...
Ceyda Kaçmaz Gümüş ...
FNE
Hall 11 Senem Tüfekçi
EDA KÖRLÜK
Hall 11 - Nuri Serdar G...
DİJİTAL TARIMIN TEMEL AMAÇLARI
▪ Tarımsal girdilerin etkin kullanımını sağlamak
8 atanmamış katılımcı
5

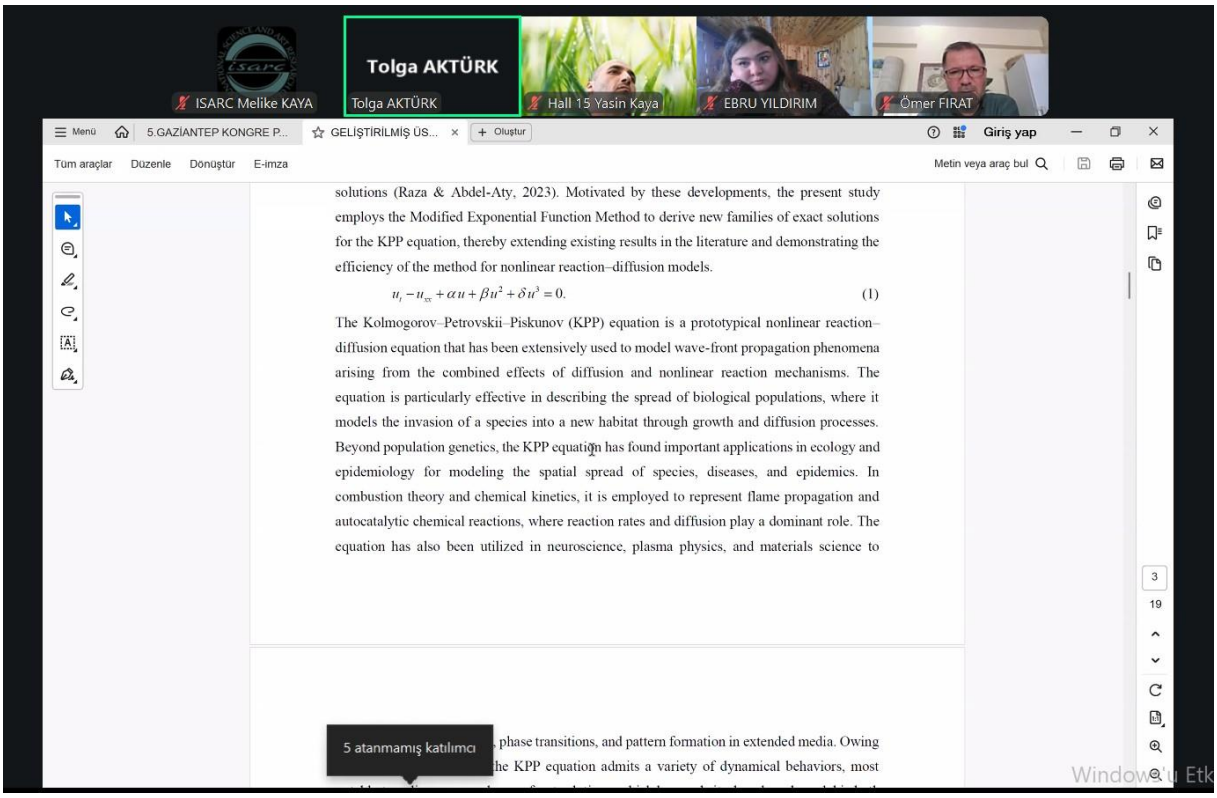

ISARC Melike KAYA
Wahidullah HILAL
Aslan Deniz Karaoglan ...
Dr Talip ŞAHİN
Doç. Dr. Berna DUMA...
Ceyda Kaçmaz...
Ceyda Kaçmaz Gümüş ...
TARIM 4.0 KAVRAMI
▪ Tarım 4.0 ve dijital teknolojilerin bütüncül kullanımı
▪ Hassas tarımın gelişmiş sistemlerle desteklenmesi
▪ Sensörler, yapay zekâ ve otomasyonun rolü
▪ Veri temelli üretim ve karar süreçleri
▪ Girdilerin doğru zaman ve miktarda kullanımı
▪ Sürdürülebilir üretim yaklaşımının güçlenmesi
8 atanmamış katılımcı
4

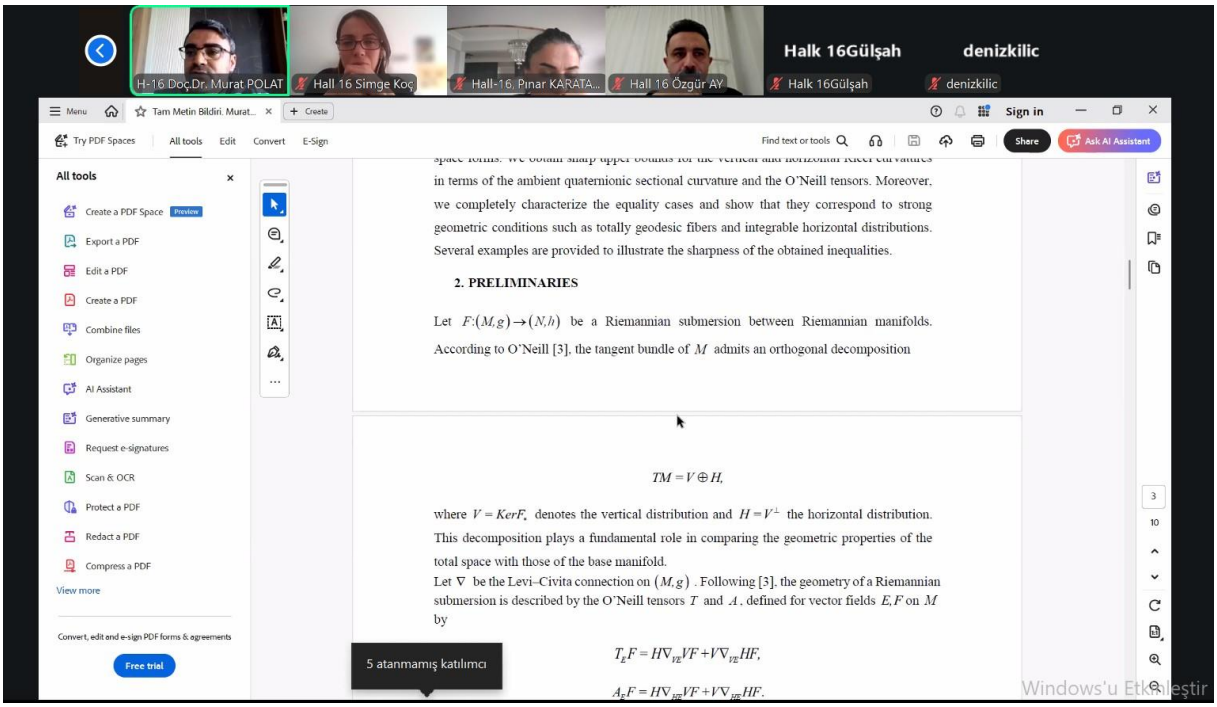

HALL 12 Nagihan Kılıç
Sude Nur ÖZCİ...
Sude Nur ÖZCİHAN H...
selim özdemir
NACİDE OZDAL
NACİDE OZDAL
Mervenur EKTİ...
Mervenur EKTİREN
Ö
HALL-12 Ömer Faruk ...
Bunun yanı sıra nanoteknoloji tabanlı feromon formülasyonlarının, biyolojik mücadele ajanlarıyla entegre kullanım potansiyeli de dikkat çekmektedir. "Çek-ve-enfekte et" ve oto-disseminasyon gibi stratejilerde feromonlar, zararlıların yönlendirilmesinde kilit rol oynayarak entomopatojen mikroorganizmaların yayılımını artırmaktadır. Bu bütüncül yaklaşımlar, entegre zararlı yönetimi (IPM) ve organik tarım sistemleri içerisinde feromonların stratejik önemini daha da güçlendirmektedir (Cook vd., 2007; Shashank vd., 2024).
8 atanmamış katılımcı
Windows'u Etkin

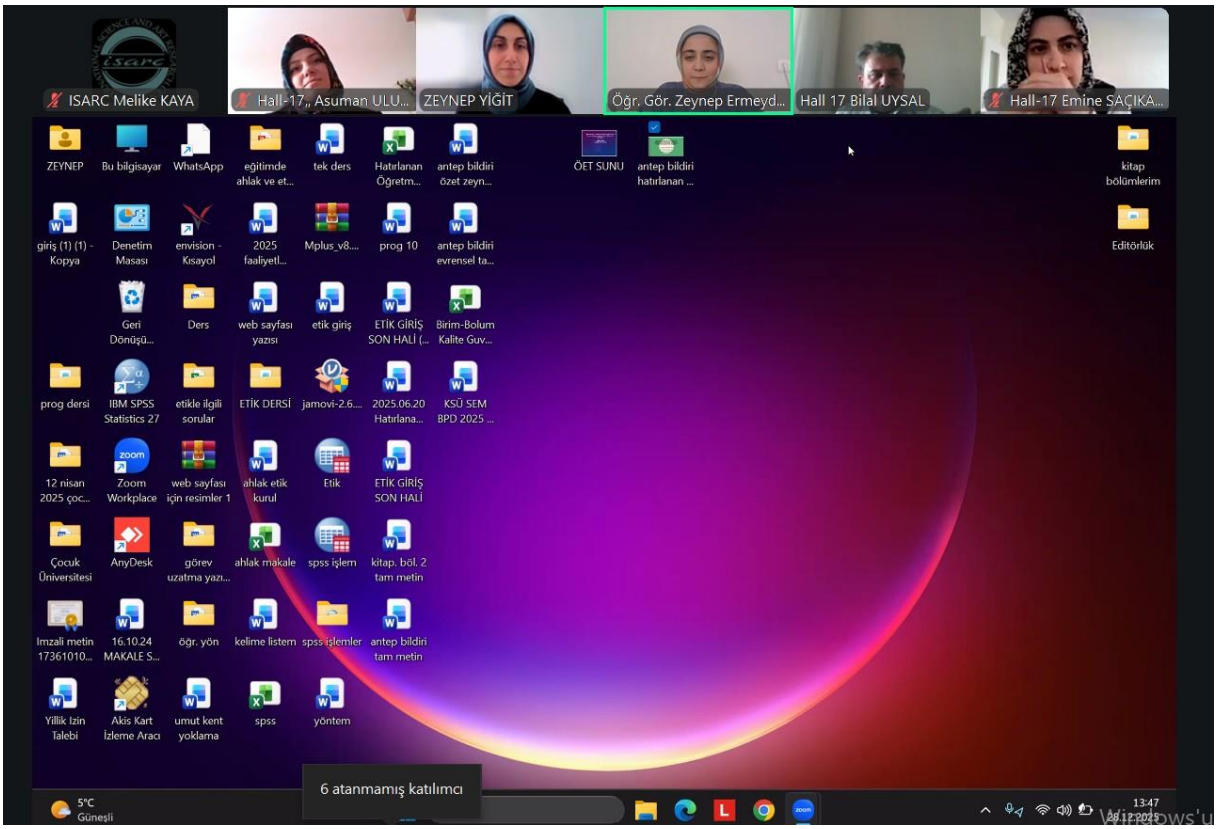

Hall-13-Bilge Ö...
Hall-13-Bilge ÖZTÜRK
Hall-13, Elif Nihan Kurt
Hall-13, Ahsen...
Hall-13, Ahsen Savaşer
Pınar
Pınar
Prof. Dr. Hasan...
Prof. Dr. Hasan BAĞCI
serdar
serdar
GİRİŞ
Bu doğrultuda, öğrenci merkezli, disiplinler arası ve beceri temelli alternatif eğitim modellerine olan ihtiyaç artmıştır. Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli, bireyin bütüncül gelişimini esas alan ve 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasını hedefleyen bir eğitim yaklaşımını benimsemektedir (MEB, 2023).
Harezmi Eğitim Modeli, yerli ve millî bir model olarak; problem çözme, iş birliği, üretim ve disiplinler arası öğrenmeyi temel almaktadır (MEB, 2023).
Windows'u Etkinle

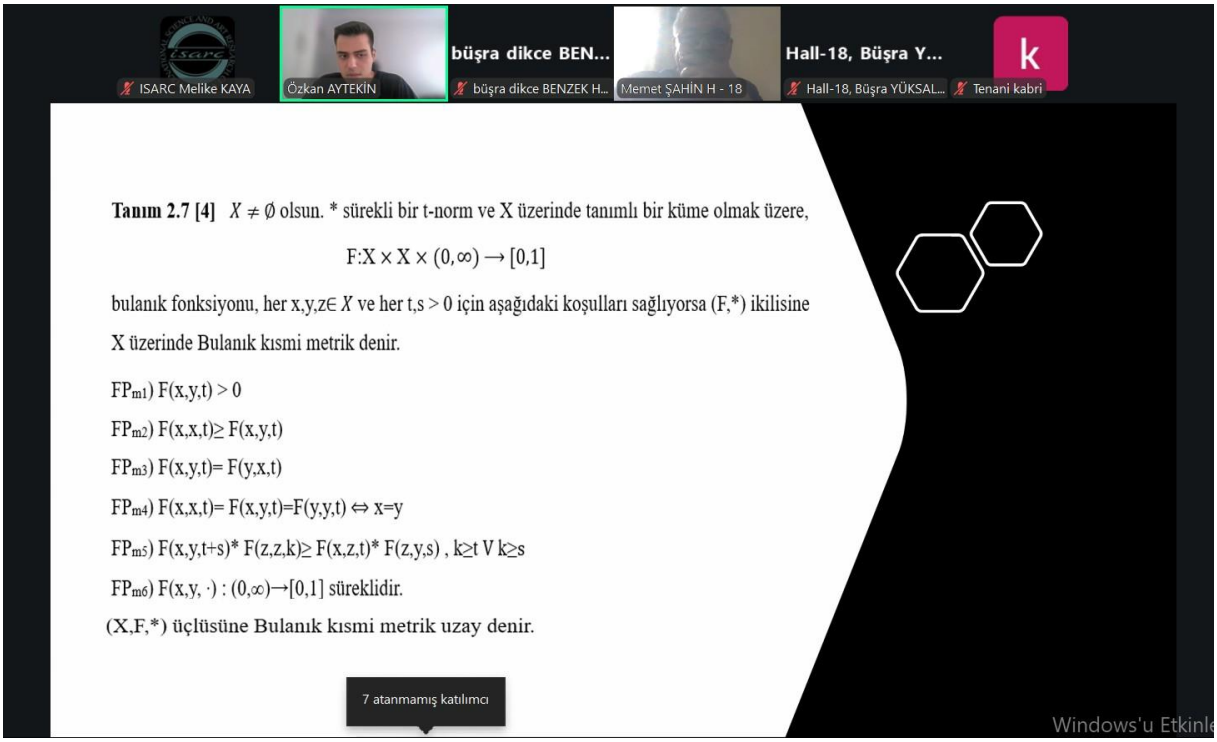

ISARC Melike KAYA
Hall 13 - SİBEL DEMİRTAŞ
Lenovo
13,Fatih Kurt
13,Fatih Kurt
Prof. Dr. Necdet KONAN
esma cici
GİRİŞ
Günümüzde bireylerden yalnızca bilgi sahibi olmaları değil; problem çözme, eleştirel düşünme, iş birliği, üretkenlik ve sorumluluk alma gibi 21. yüzyıl becerilerine sahip olmaları beklenmektedir. (Trilling & Fadel, 2009; OECD, 2018).
Bu beklentiler, eğitimi yaşam boyu devam eden bir süreç olarak ele alan anlayışla örtüşmektedir(UNESCO, 2015).
8 atanmamış katılımcı
Windows'u Etkinle


ISARC Melike KAYA
Aysel KOCAKÜLAH-HALL-...
Tahir KARAŞAHİN
Hall-14 Eray METİN
Hall 14 Rukiye Kübra A...
hall 14Canan O...
hall 14Canan Okumuş
Kavram Testinden Elde Edilen Bulguların Karşılaştırarak Verilmesi
Araştırma sonucunda Işık Konu Kavram Testi'nden elde edilen bulgular, konu başlı klarına göre aşağıda detaylandırılmıştır:
1. Işığın yayılması (ışık ışını çizimi): Işığın bir kaynaktan çıkarak her yöne ve doğ rusal yayıldığını ölçen 3. soruda Deney-1 grubunun "bilimsel olarak kabul edilebilir " yanıt oranı ön testte %5 iken son testte %70' e yükselmiştir. Deney-2 grubunda is e bu oran %36' dan %66' ya çıkmıştır. Yaşam temelli gruptaki artışın daha belirgin olduğu görülmektedir. Benzer şekilde ışık ışını çizimini ölçen 7. soruda Deney-1 gr ubu başarı oranını %35' ten %75' e çıkarmıştır.
Şimdi bir ara odasındasınız
Windows'u Etkinle


ISARC Melike KAYA
Tolga AKTÜRK
Tolga AKTÜRK
Hall 15 Yasin Kaya
EBRU YILDIRIM
Ömer FIRAT
Menü
5.GAZİANTEP KONGRE P...
GELİŞTİRİLMİŞ ÜS...
Oluştur
Giriş yap
Tüm araçlar
Düzenle
Dönüştür
E-imza
Metin veya araç bul
solutions (Raza & Abdel-Aty, 2023). Motivated by these developments, the present study employs the Modified Exponential Function Method to derive new families of exact solutions for the KPP equation, thereby extending existing results in the literature and demonstrating the efficiency of the method for nonlinear reaction–diffusion models.
$u_t - u_{xx} + \alpha u + \beta u^2 + \delta u^3 = 0.$ (1)
The Kolmogorov–Petrovskii–Piskunov (KPP) equation is a prototypical nonlinear reaction–diffusion equation that has been extensively used to model wave-front propagation phenomena arising from the combined effects of diffusion and nonlinear reaction mechanisms. The equation is particularly effective in describing the spread of biological populations, where it models the invasion of a species into a new habitat through growth and diffusion processes. Beyond population genetics, the KPP equation has found important applications in ecology and epidemiology for modeling the spatial spread of species, diseases, and epidemics. In combustion theory and chemical kinetics, it is employed to represent flame propagation and autocatalytic chemical reactions, where reaction rates and diffusion play a dominant role. The equation has also been utilized in neuroscience, plasma physics, and materials science to
5 atanmamış katılımcı
, phase transitions, and pattern formation in extended media. Owing
he KPP equation admits a variety of dynamical behaviors, most
3
19
Windows'u Etk


H-16 Doç.Dr. Murat POLAT
Hall 16 Simge Koç
Hall-16, Pınar KARATA...
Hall 16 Özgür AY
Halk 16Gülşah
denizkilic
Halk 16Gülşah
denizkilic
Menu
Tam Metin Bildiri. Murat...
Create
Sign in
Try PDF Spaces
All tools
Edit
Convert
E-Sign
Find text or tools
Share
Ask AI Assistant
All tools
Create a PDF Space
Preview
Export a PDF
Edit a PDF
Create a PDF
Combine files
Organize pages
AI Assistant
Generative summary
Request e-signatures
Scan & OCR
Protect a PDF
Redact a PDF
Compress a PDF
View more
Convert, edit and e-sign PDF forms & agreements
Free trial
in terms of the ambient quaternionic sectional curvature and the O'Neill tensors. Moreover, we completely characterize the equality cases and show that they correspond to strong geometric conditions such as totally geodesic fibers and integrable horizontal distributions. Several examples are provided to illustrate the sharpness of the obtained inequalities.
2. PRELIMINARIES
Let $F:(M,g)\to(N,h)$ be a Riemannian submersion between Riemannian manifolds. According to O'Neill [3], the tangent bundle of M admits an orthogonal decomposition
$TM = V \oplus H,$
where $V = KerF_*$ denotes the vertical distribution and $H = V^{\perp}$ the horizontal distribution. This decomposition plays a fundamental role in comparing the geometric properties of the total space with those of the base manifold.
Let ∇ be the Levi–Civita connection on (M,g). Following [3], the geometry of a Riemannian submersion is described by the O'Neill tensors T and A, defined for vector fields E,F on M by
$T_E F = H\nabla_{VE}VF + V\nabla_{VE}HF,$
$A_E F = H\nabla_{HE}VF + V\nabla_{HE}HF.$
5 atanmamış katılımcı
3
10
Windows'u Etkinleştir





Tanım 2.7 [4] $X \neq \emptyset$ olsun. * sürekli bir t-norm ve X üzerinde tanımlı bir küme olmak üzere,

$$F:X \times X \times (0,\infty) \rightarrow [0,1]$$

bulanık fonksiyonu, her $x,y,z \in X$ ve her $t,s > 0$ için aşağıdaki koşulları sağlıyorsa (F,*) ikilisine X üzerinde Bulanık kısmi metrik denir.

FP_{m1}) $F(x,y,t) > 0$

FP_{m2}) $F(x,x,t) \geq F(x,y,t)$

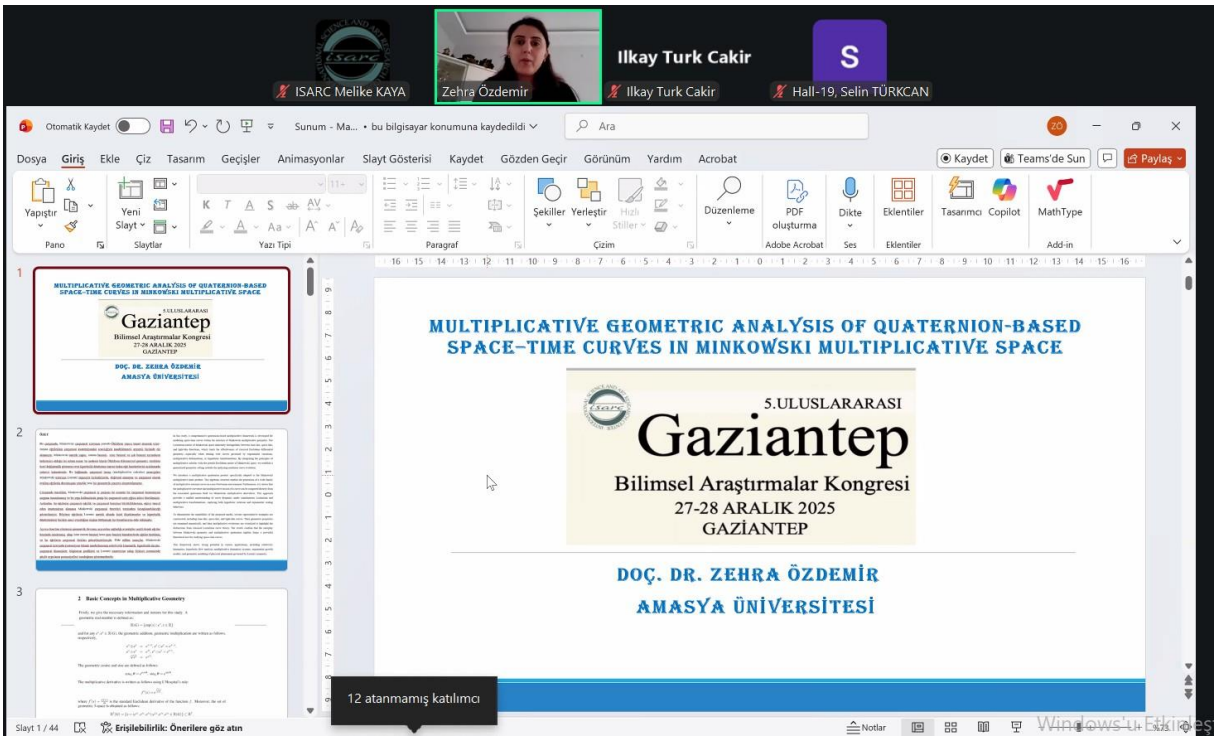
FP_{m3}) $F(x,y,t) = F(y,x,t)$

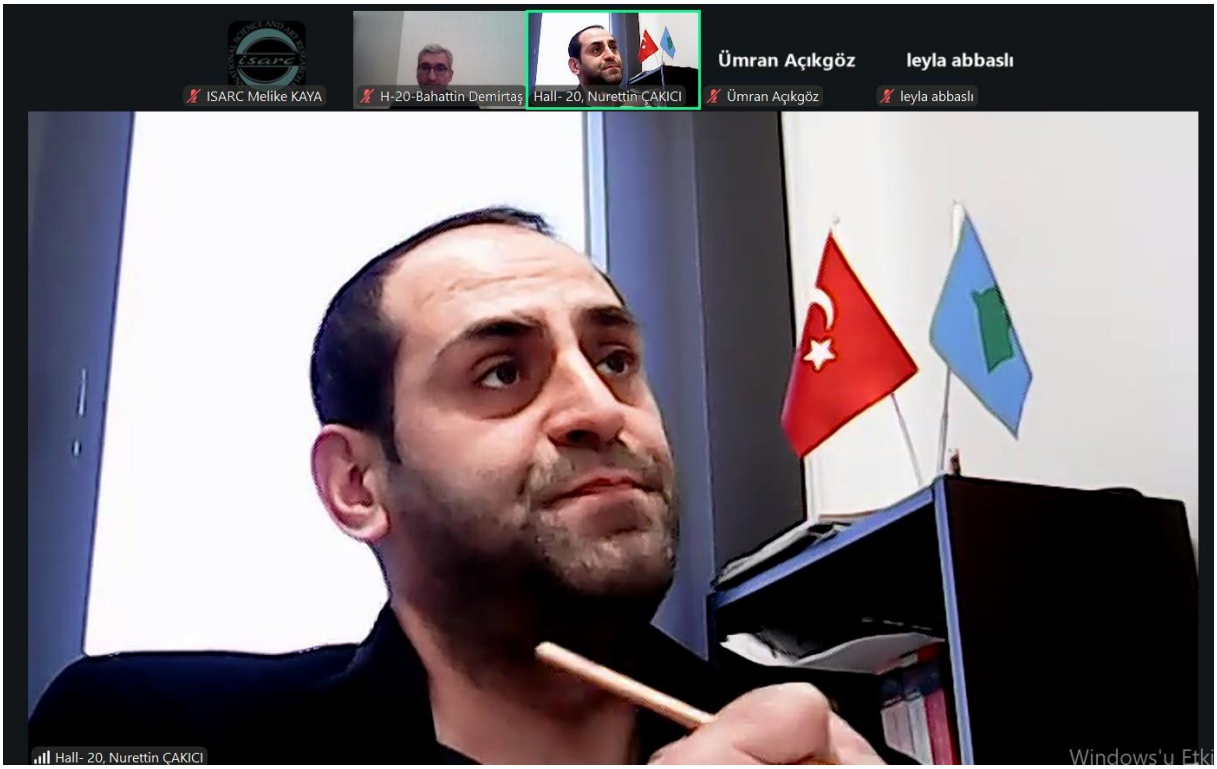
FP_{m4}) $F(x,x,t) = F(x,y,t) = F(y,y,t) \Leftrightarrow x=y$

FP_{m5}) $F(x,y,t+s) * F(z,z,k) \geq F(x,z,t) * F(z,y,s)$, $k \geq t$ V $k \geq s$

FP_{m6}) $F(x,y,\cdot) : (0,\infty) \rightarrow [0,1]$ süreklidir.

$(X,F,*)$ üçlüsüne Bulanık kısmi metrik uzay denir.


ISARC Melike KAYA
Zehra Özdemir
Ilkay Turk Cakir
Ilkay Turk Cakir
S
Hall-19, Selin TÜRKCAN
MULTIPLICATIVE GEOMETRIC ANALYSIS OF QUATERNION-BASED SPACE–TIME CURVES IN MINKOWSKI MULTIPLICATIVE SPACE
5.ULUSLARARASI
Gaziantep
Bilimsel Araştırmalar Kongresi
27-28 ARALIK 2025
GAZİANTEP
DOÇ. DR. ZEHRA ÖZDEMİR
AMASYA ÜNİVERSİTESİ
12 atanmamış katılımcı


ISARC Melike KAYA
H-20-Bahattin Demirtaş
Hall- 20, Nurettin ÇAKICI
Ümran Açıkgöz
leyla abbaslı
Ümran Açıkgöz
leyla abbaslı
Hall- 20, Nurettin ÇAKICI

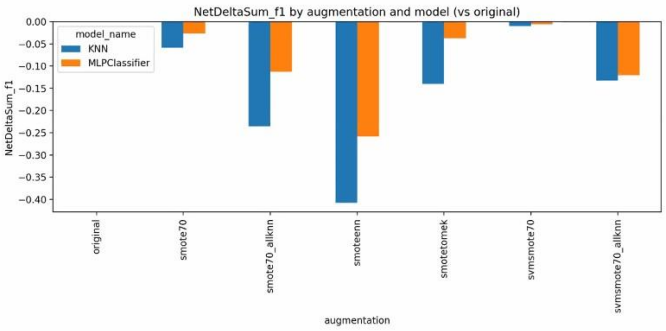
Sesi Açmayı İste

Hall 24 - Sezgin Çeker... | Anvar Abbasov Hall 24... | doğan aydin | Tuğçe Durmaz | Fatima Quluyeva | Hilal Önler

RESULTS III:
TÜM SINIFLAR ÜZERİNDE NET ETKİ

Tüm sınıflar üzerindeki net etki

- Toplam kazanımlar ve kayıplar
- Hangi varyantlar daha yıkıcı?
- Net etki tek başına karar verdirici değildir



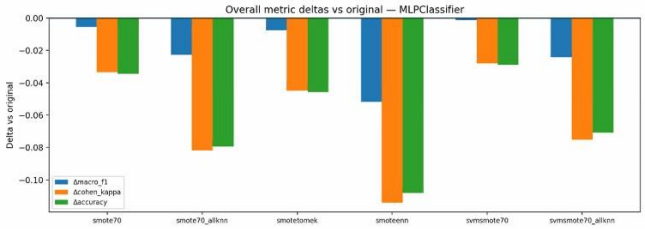
Windows'u Etkin

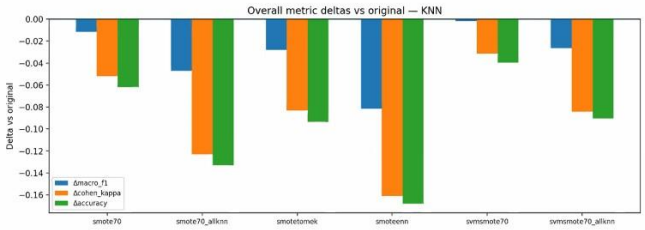
ISARC Melike KAYA | Ahmet Sertol Köksal | Hall 24 - Sezgin Çeker... | Anvar Abbasov Hall 24... | Tuğçe Durmaz | Fatima Quluyeva

RESULTS II:
GLOBAL PERFORMANS BOZULMASI

Orijinal duruma göre değişimler

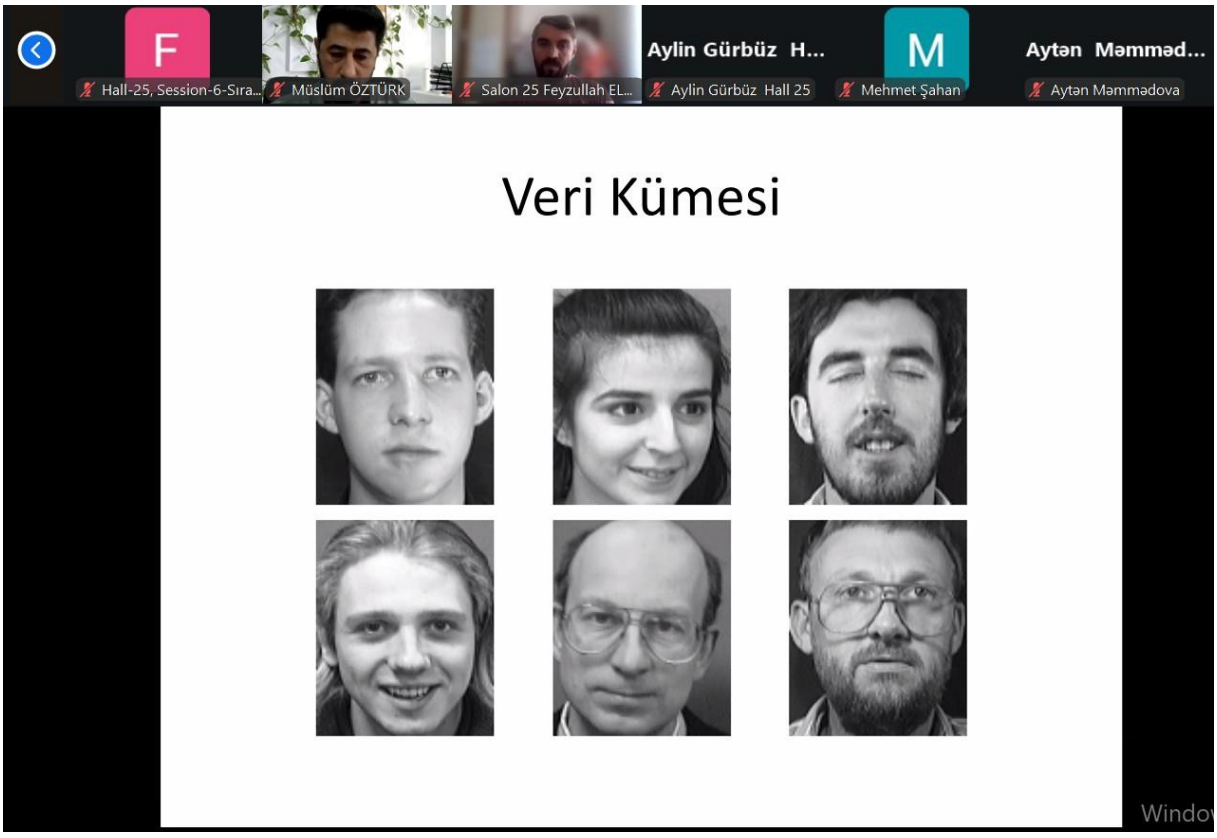
- Macro-F1'de küçük düşüşler
- Doğruluk ve kappa değerlerinde daha büyük düşüşler
- N1 iyileşmesinin kontrollü bir maliyeti var

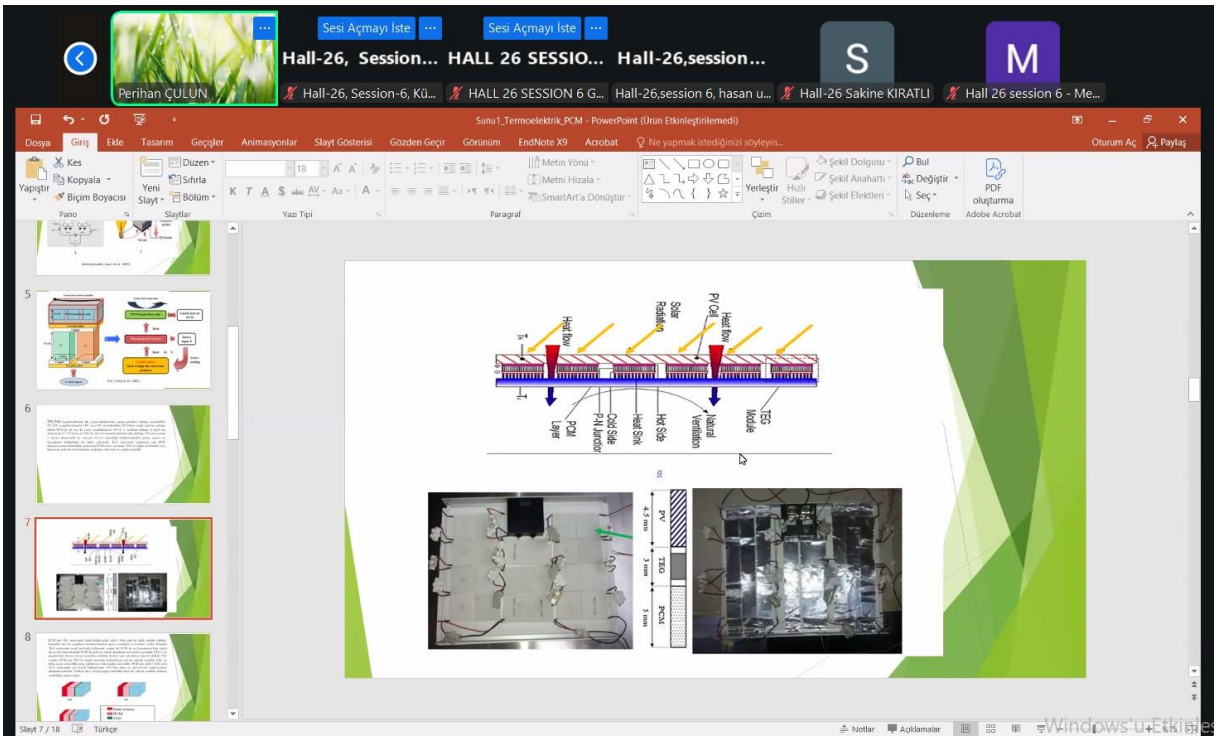


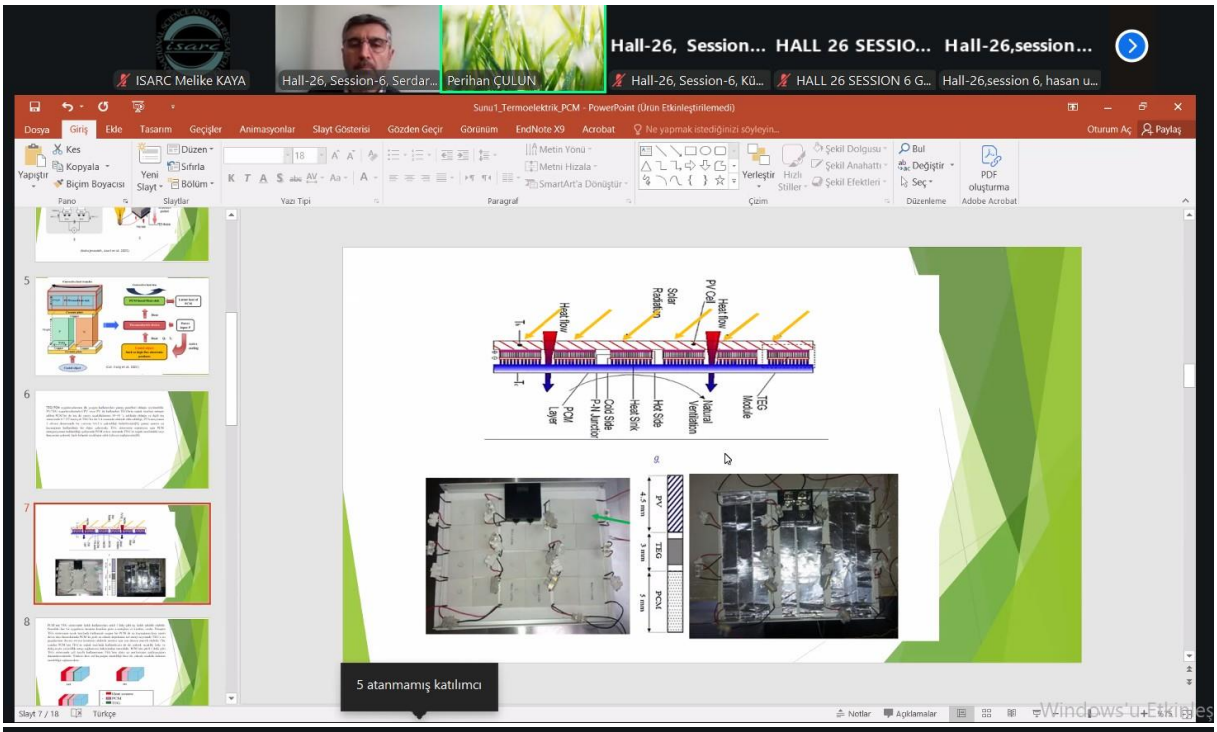


5 atanmamış katılımcı

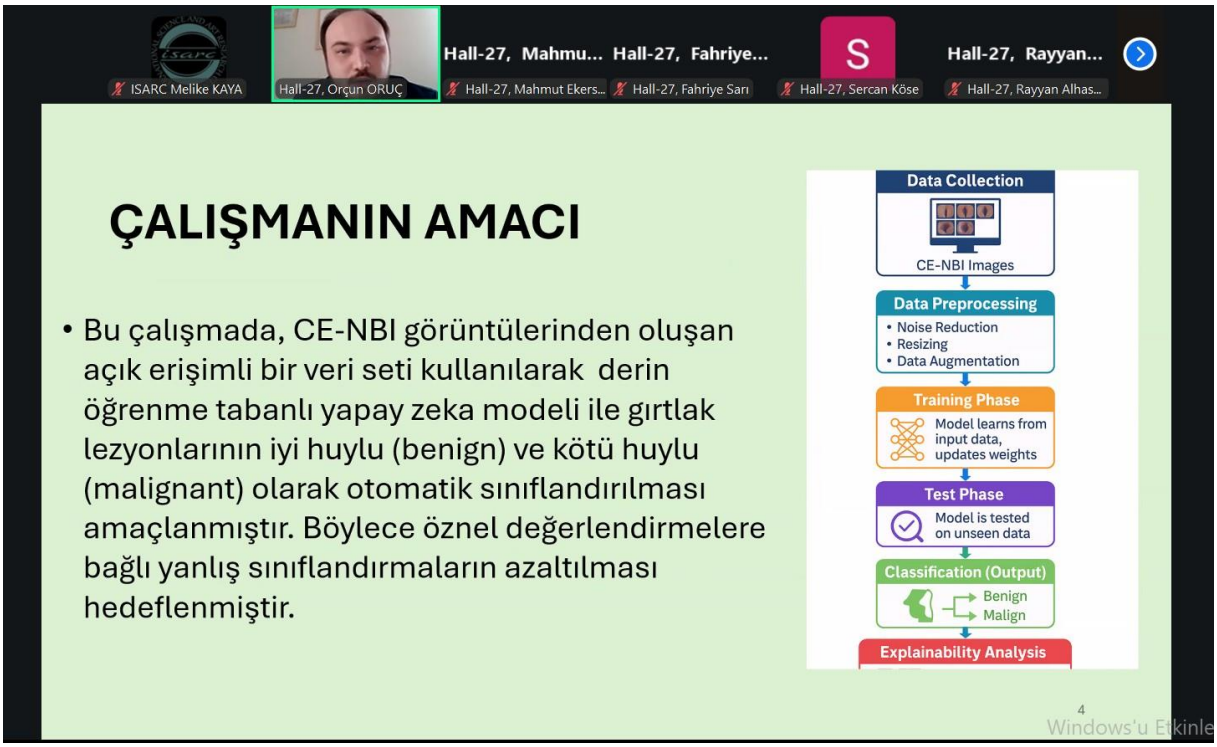
Windows'u Etkin

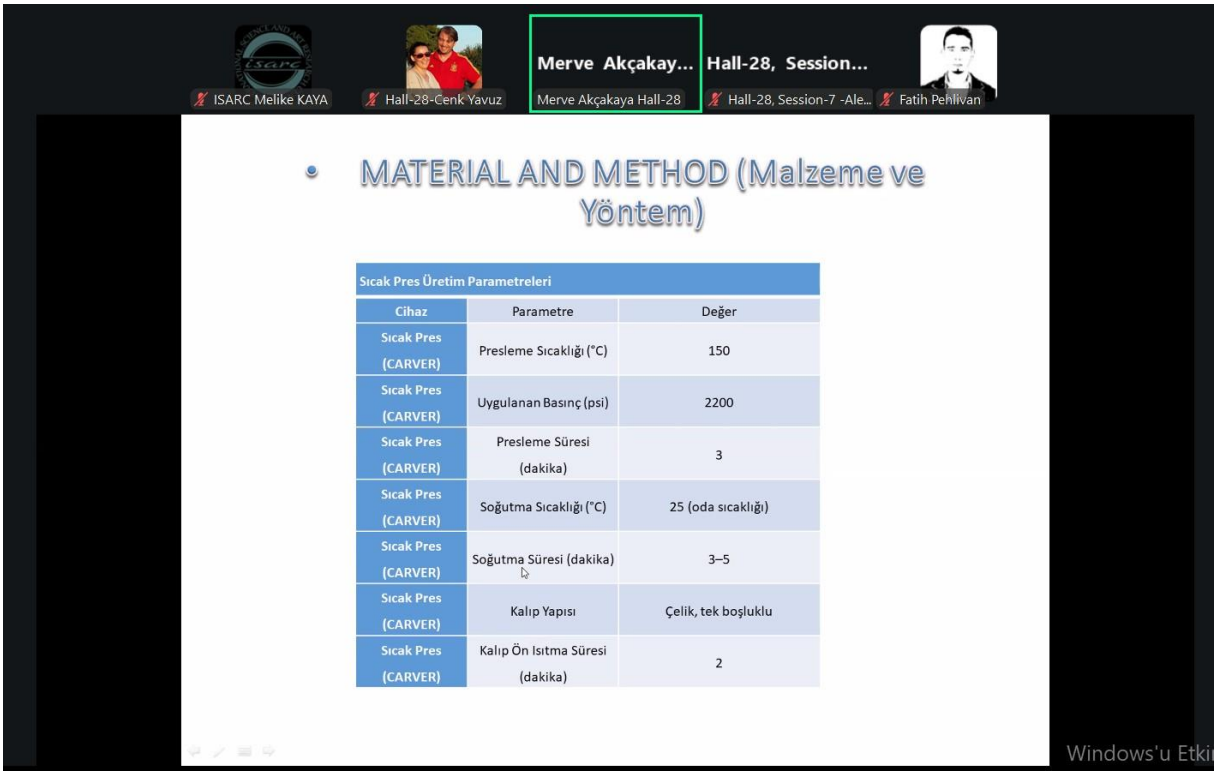

Hall-25, Session-6-Sıra...
Müslüm ÖZTÜRK
Salon 25 Feyzullah EL...
Aylin Gürbüz H...
Aylin Gürbüz Hall 25
Mehmet Şahan
Aytən Məmməd...
Aytən Məmmədova
Veri Kümesi


Perihan ÇULUN
Hall-26, Session...
HALL 26 SESSIO...
Hall-26,session...
Hall-26, Session-6, Kü...
HALL 26 SESSION 6 G...
Hall-26,session 6, hasan u...
Hall-26 Sakine KIRATLI
Hall 26 session 6 - Me...
Heat flow
Solar Radiation
PV Cell
Heat flow
PCM Layer
Cold Side P-N Junction
Heat Sink
Hot Side
Natural Ventilation
TEG Module

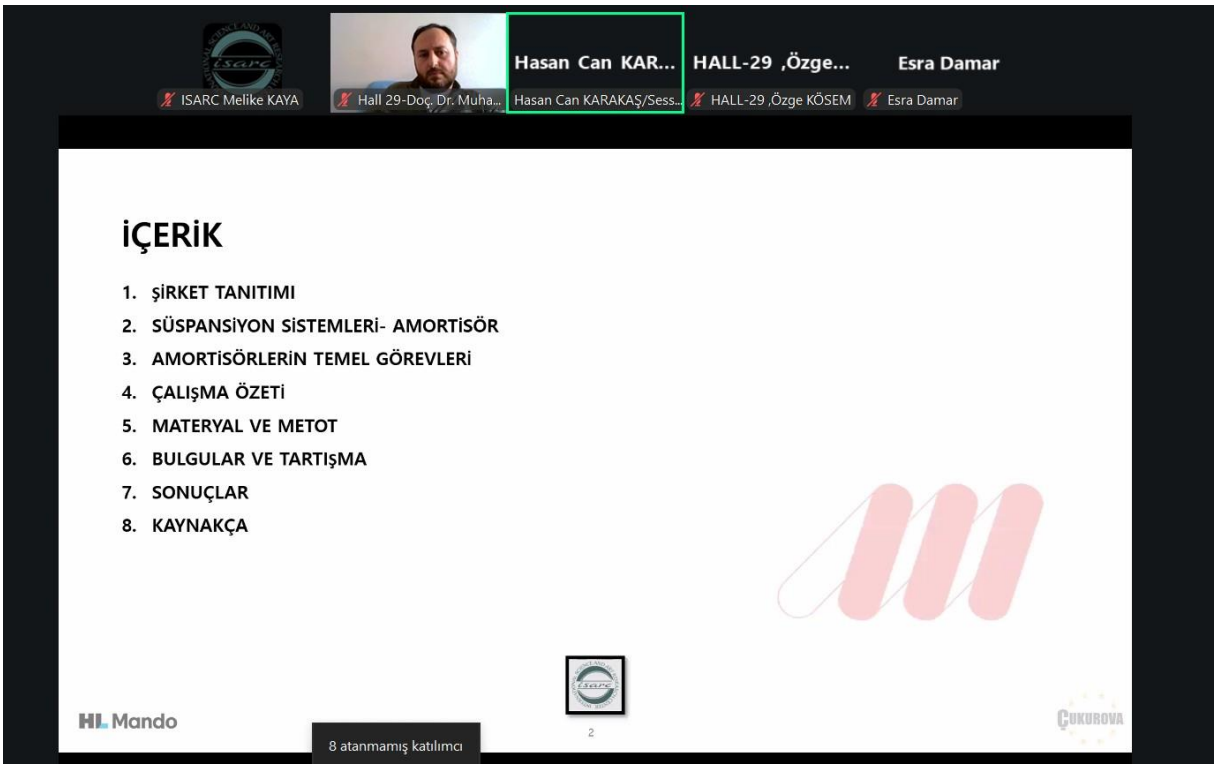

ISARC Melike KAYA
Hall-26, Session-6, Serdar...
Perihan ÇULUN
Hall-26, Session... HALL 26 SESSIO... Hall-26,session...
Hall-26, Session-6, Kü...
HALL 26 SESSION 6 G...
Hall-26,session 6, hasan u...
Sunu1_Termoelektrik_PCM - PowerPoint (Ürün Etkinleştirilemedi)
Heat flow
Solar Radiation
PV Cell
Heat flow
PCM Layer
Cold Side
PVC Laminator
Heat Sink
Hot Side
Natural Ventilation
TEG Module
PV
TEG
PCM
4.5 mm
3 mm
5 mm
5 atanmamış katılımcı

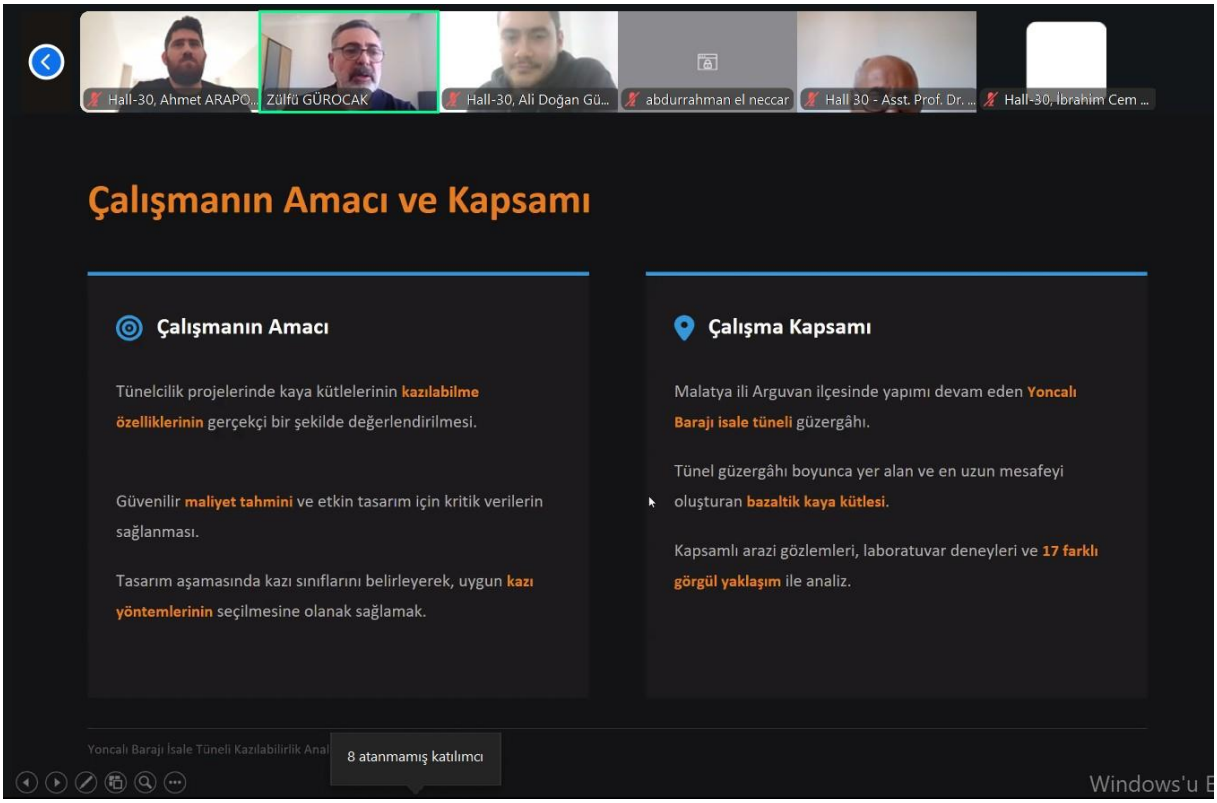

Hall-27, Rayyan...
Hall-27, Rayyan Alhas...
Uğur Karabıçak Hall27 (
Asuman SAVAŞÇIHABEŞ
Emrah ŞEKER
Elif Nur SELÇUK
Dr. Öğr. Üyesi Kubilay ...
CE-NBI Teknolojisi
NBI (Narrow Band Imaging)
• Endoskop, beyaz ışık kaynağına sahiptir.
• NBI modunda bu ışık, dar bant filtrelerden geçirilir. Filtreler iki ana dalga boyunu iletir:
• Mavi ışık (~415 nm) Yeşil ışık (~540 nm) Bu dalga boyları hemoglobin tarafından güçlü şekilde absorbe edilir.
• Mavi ışık → yüzeysel kapiller damarları
• Yeşil ışık → daha derin damarları vurgular
• Kan içeren yapılar koyu ve kontrastlı çevre dokular daha açık görünür
Böylece mikrovasküler yapı belirginleşir.
5

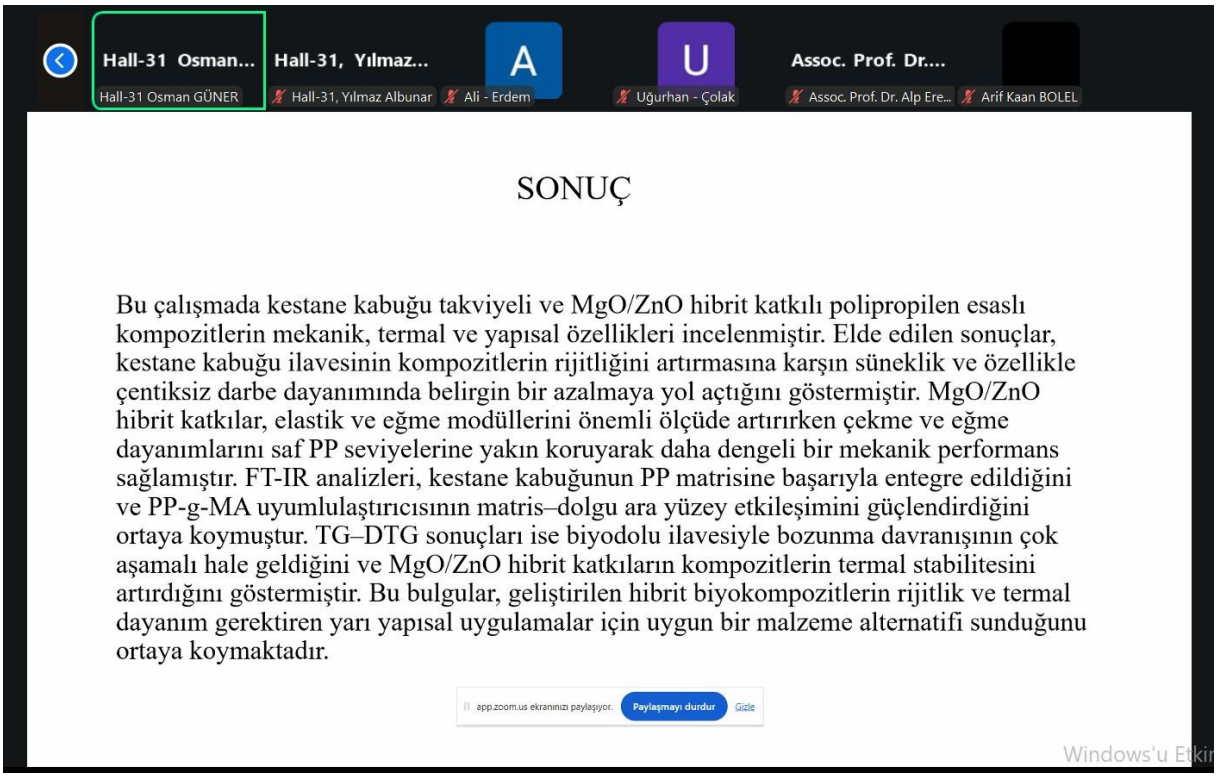


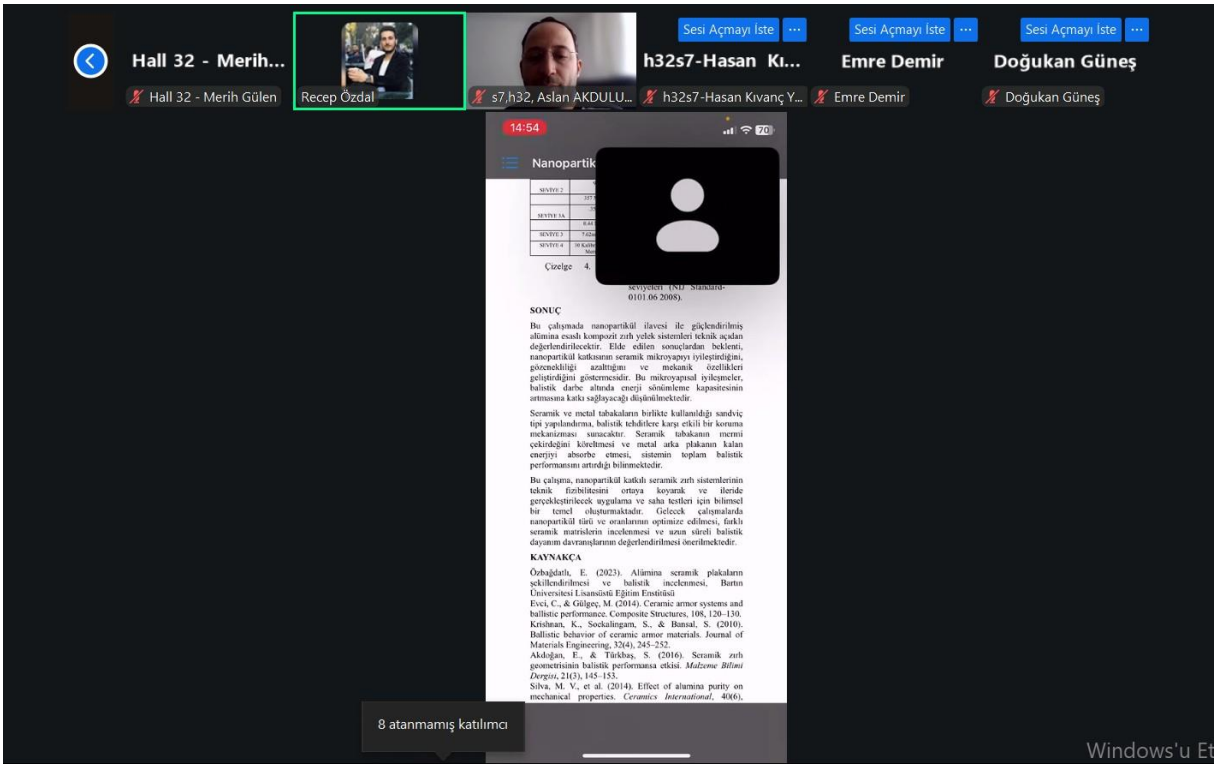


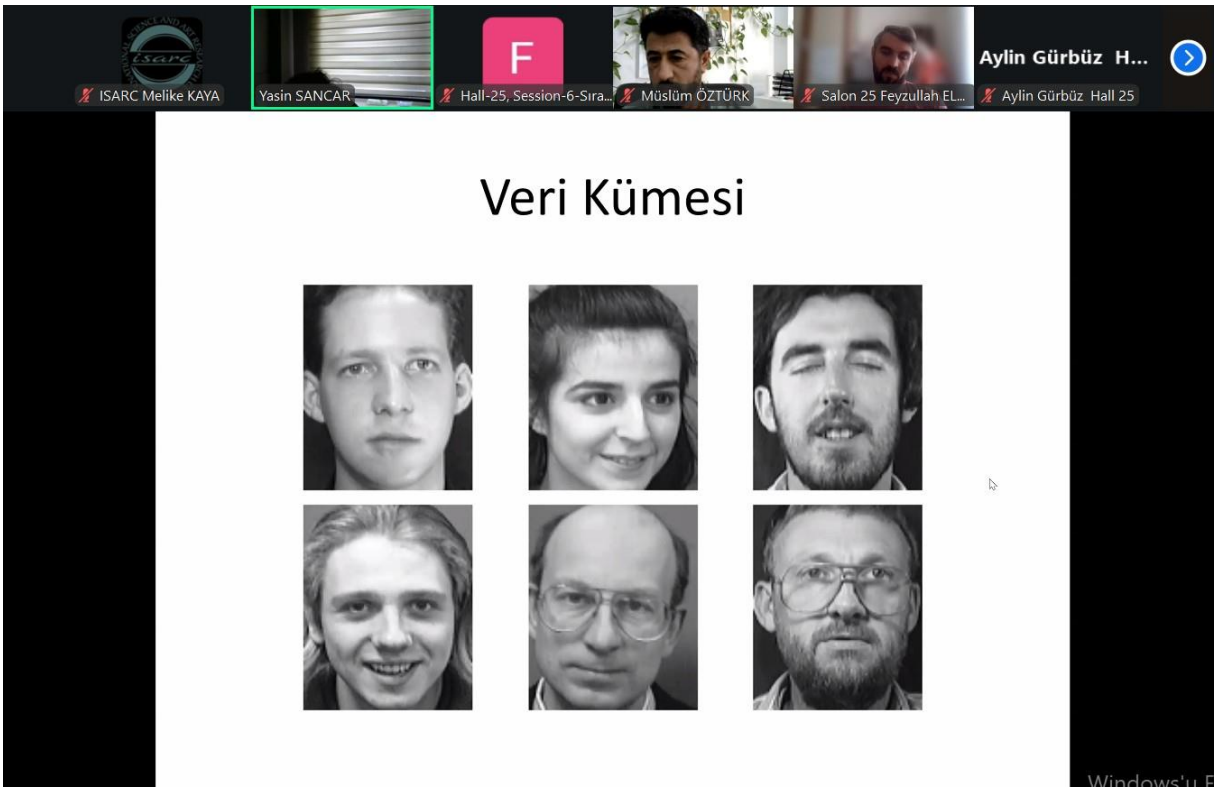
Sıcak Pres Üretim Parametreleri		
Cihaz	Parametre	Değer
Sıcak Pres (CARVER)	Presleme Sıcaklığı (°C)	150
Sıcak Pres (CARVER)	Uygulanan Basınç (psi)	2200
Sıcak Pres (CARVER)	Presleme Süresi (dakika)	3
Sıcak Pres (CARVER)	Soğutma Sıcaklığı (°C)	25 (oda sıcaklığı)
Sıcak Pres (CARVER)	Soğutma Süresi (dakika)	3–5
Sıcak Pres (CARVER)	Kalıp Yapısı	Çelik, tek boşluklu
Sıcak Pres (CARVER)	Kalıp Ön Isıtma Süresi (dakika)	2

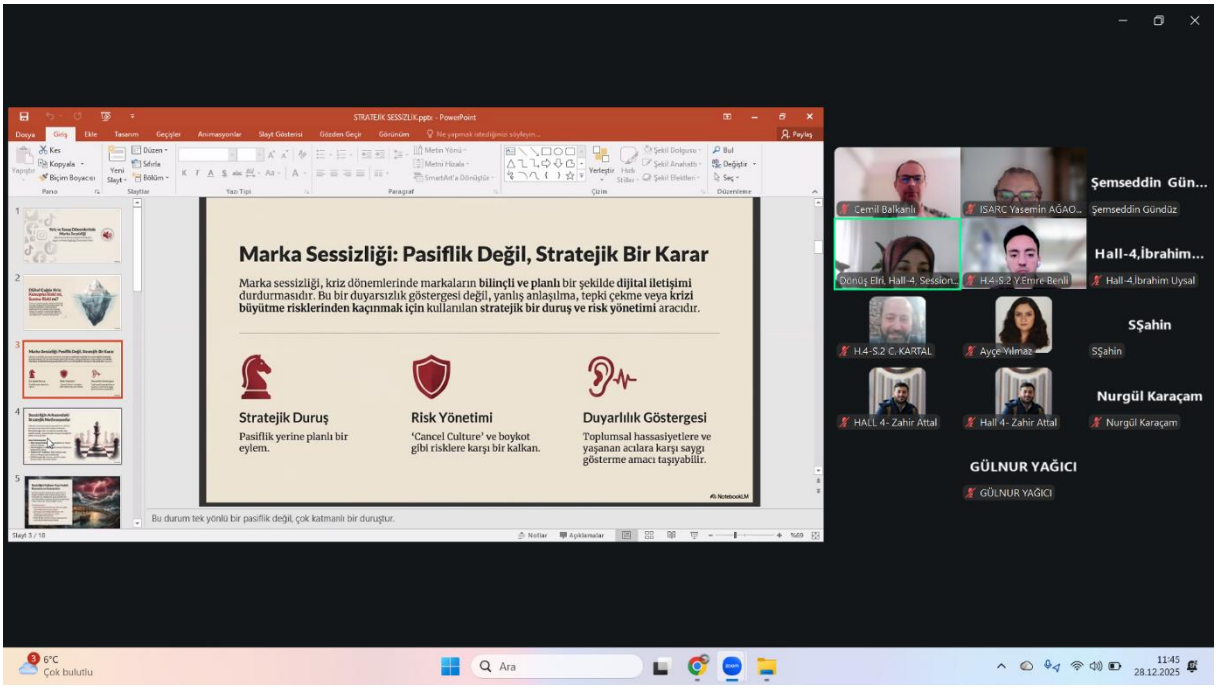

ISARC Melike KAYA
Hall 29-Doç. Dr. Muha...
Hasan Can KAR...
Hasan Can KARAKAŞ/Sess...
HALL-29 ,Özge...
HALL-29 ,Özge KÖSEM
Esra Damar
Esra Damar
İÇERİK
1. ŞİRKET TANITIMI
2. SÜSPANSİYON SİSTEMLERİ- AMORTİSÖR
3. AMORTİSÖRLERİN TEMEL GÖREVLERİ
4. ÇALIŞMA ÖZETİ
5. MATERYAL VE METOT
6. BULGULAR VE TARTIŞMA
7. SONUÇLAR
8. KAYNAKÇA
HL Mando
2
ÇUKUROVA
8 atanmamış katılımcı


Hall-30, Ahmet ARAPO...
Zülfü GÜROCAK
Hall-30, Ali Doğan Gü...
abdurrahman el neccar
Hall 30 - Asst. Prof. Dr. ...
Hall-30, İbrahim Cem ...
Çalışmanın Amacı ve Kapsamı
Çalışmanın Amacı
Tünelcilik projelerinde kaya kütlelerinin kazılabilme özelliklerinin gerçekçi bir şekilde değerlendirilmesi.
Güvenilir maliyet tahmini ve etkin tasarım için kritik verilerin sağlanması.
Tasarım aşamasında kazı sınıflarını belirleyerek, uygun kazı yöntemlerinin seçilmesine olanak sağlamak.
Çalışma Kapsamı
Malatya ili Arguvan ilçesinde yapımı devam eden Yoncalı Barajı isale tüneli güzergâhı.
Tünel güzergâhı boyunca yer alan ve en uzun mesafeyi oluşturan bazaltik kaya kütlesi.
Kapsamlı arazi gözlemleri, laboratuvar deneyleri ve 17 farklı görgül yaklaşım ile analiz.
Yoncalı Barajı İsale Tüneli Kazılabilirlik Anal
8 atanmamış katılımcı
Windows'u E

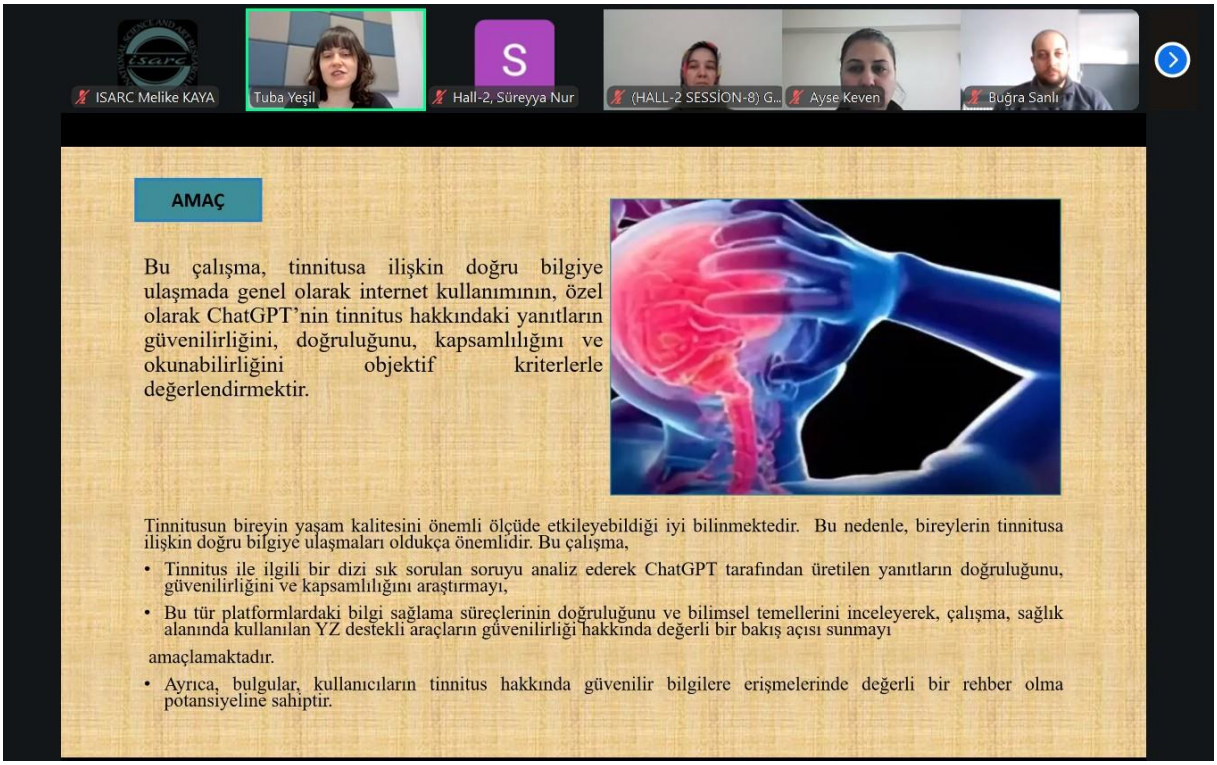

Hall-31 Osman...
Hall-31 Osman GÜNER
Hall-31, Yılmaz...
Hall-31, Yılmaz Albunar
Ali - Erdem
Uğurhan - Çolak
Assoc. Prof. Dr....
Assoc. Prof. Dr. Alp Ere...
Arif Kaan BOLEL
SONUÇ
Bu çalışmada kestane kabuğu takviyeli ve MgO/ZnO hibrit katkılı polipropilen esaslı kompozitlerin mekanik, termal ve yapısal özellikleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, kestane kabuğu ilavesinin kompozitlerin rijitliğini artırmasına karşın süneklik ve özellikle çentiksiz darbe dayanımında belirgin bir azalmaya yol açtığını göstermiştir. MgO/ZnO hibrit katkılar, elastik ve eğme modüllerini önemli ölçüde artırırken çekme ve eğme dayanımlarını saf PP seviyelerine yakın koruyarak daha dengeli bir mekanik performans sağlamıştır. FT-IR analizleri, kestane kabuğunun PP matrisine başarıyla entegre edildiğini ve PP-g-MA uyumlulaştırıcısının matris–dolgu ara yüzey etkileşimini güçlendirdiğini ortaya koymuştur. TG–DTG sonuçları ise biyodolu ilavesiyle bozunma davranışının çok aşamalı hale geldiğini ve MgO/ZnO hibrit katkıların kompozitlerin termal stabilitesini artırdığını göstermiştir. Bu bulgular, geliştirilen hibrit biyokompozitlerin rijitlik ve termal dayanım gerektiren yarı yapısal uygulamalar için uygun bir malzeme alternatifi sunduğunu ortaya koymaktadır.
app.zoom.us ekranınızı paylaşıyor.
Paylaşmayı durdur
Gizle
Windows'u Etkin

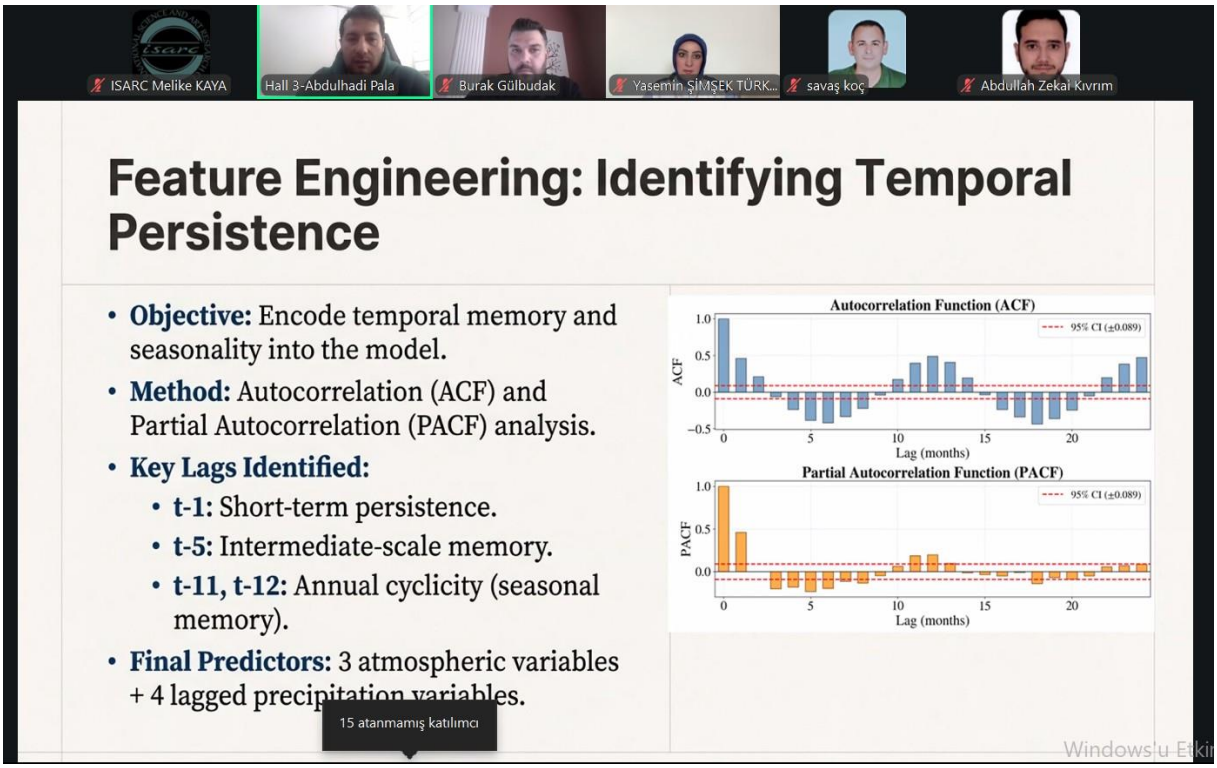

Hall 32 - Merih...
Hall 32 - Merih Gülen
Recep Özdal
s7,h32, Aslan AKDULU...
h32s7-Hasan Kı...
h32s7-Hasan Kıvanç Y...
Emre Demir
Doğukan Güneş
Sesi Açmayı İste
14:54
Çizelge 4.
SONUÇ
Bu çalışmada nanopartikül ilavesi ile güçlendirilmiş alümina esaslı kompozit zırh yelek sistemleri teknik açıdan değerlendirilecektir. Elde edilen sonuçlardan beklenti, nanopartikül katkısının seramik mikroyapıyı iyileştirdiğini, gözenekliliği azalttığını ve mekanik özellikleri geliştirdiğini göstermesidir. Bu mikroyapısal iyileşmeler, balistik darbe altında enerji sönümleme kapasitesinin artmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.
Seramik ve metal tabakaların birlikte kullanıldığı sandviç tipi yapılandırma, balistik tehditlere karşı etkili bir koruma mekanizması sunacaktır. Seramik tabakanın mermi çekirdeğini körleltmesi ve metal arka plakanın kalan enerjiyi absorbe etmesi, sistemin toplam balistik performansını artırdığı bilinmektedir.
Bu çalışma, nanopartikül katkılı seramik zırh sistemlerinin teknik fizibilitesini ortaya koyarak ve ileride gerçekleştirilecek uygulama ve saha testleri için bilimsel bir temel oluşturmaktadır. Gelecek çalışmalarda nanopartikül türü ve oranlarının optimize edilmesi, farklı seramik matrislerin incelenmesi ve uzun süreli balistik dayanım davranışlarının değerlendirilmesi önerilmektedir.
KAYNAKÇA
Özbağdatlı, E. (2023). Alümina seramik plakaların şekillendirilmesi ve balistik incelenmesi. Bartın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Evci, C., & Gülgec, M. (2014). Ceramic armor systems and ballistic performance. Composite Structures, 108, 120–130.
Krishnan, K., Sockalingam, S., & Bansal, S. (2010). Ballistic behavior of ceramic armor materials. Journal of Materials Engineering, 32(4), 245–252.
Akdoğan, E., & Türkbaş, S. (2016). Seramik zırh geometrisinin balistik performansa etkisi. Malzeme Bilimi Dergisi, 21(3), 145–153.
Silva, M. V., et al. (2014). Effect of alumina purity on mechanical properties. Ceramics International, 40(6),
8 atanmamış katılımcı
Windows'u Et


ISARC Melike KAYA
Yasin SANCAR
Hall-25, Session-6-Sıra...
Müslüm ÖZTÜRK
Salon 25 Feyzullah EL...
Aylin Gürbüz H...
Aylin Gürbüz Hall 25
Veri Kümesi

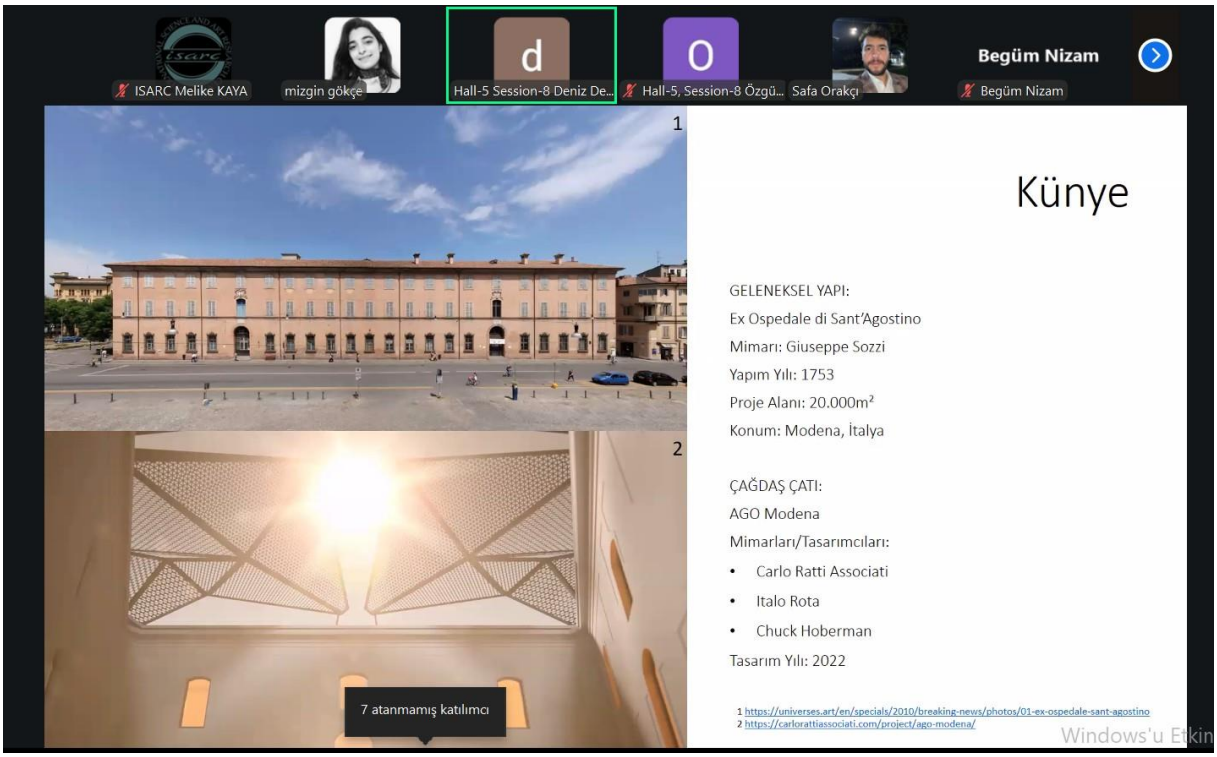

STRATEJİK SESSİZLİK.pptx - PowerPoint
Marka Sessizliği: Pasiflik Değil, Stratejik Bir Karar
Marka sessizliği, kriz dönemlerinde markaların bilinçli ve planlı bir şekilde dijital iletişimi durdurmasıdır. Bu bir duyarsızlık göstergesi değil, yanlış anlaşılma, tepki çekme veya krizi büyütme risklerinden kaçınmak için kullanılan stratejik bir duruş ve risk yönetimi aracıdır.
Stratejik Duruş
Pasiflik yerine planlı bir eylem.
Risk Yönetimi
'Cancel Culture' ve boykot gibi risklere karşı bir kalkan.
Duyarlılık Göstergesi
Toplumsal hassasiyetlere ve yaşanan acılara karşı saygı gösterme amacı taşıyabilir.
Bu durum tek yönlü bir pasiflik değil, çok katmanlı bir duruştur.
Cemil Balkanlı
ISARC Yasemin AĞAO...
Şemseddin Gün...
Şemseddin Gündüz
Dönüş Elri, Hall-4, Session...
H.4-S.2 Y.Emre Benli
Hall-4,İbrahim...
Hall-4,İbrahim Uysal
H.4-S.2 C. KARTAL
Ayçe Yılmaz
SŞahin
SŞahin
HALL 4- Zahir Attal
Hall 4- Zahir Attal
Nurgül Karaçam
Nurgül Karaçam
GÜLNUR YAĞICI
GÜLNUR YAĞICI
6°C
Çok bulutlu
Ara
11:45
28.12.2025

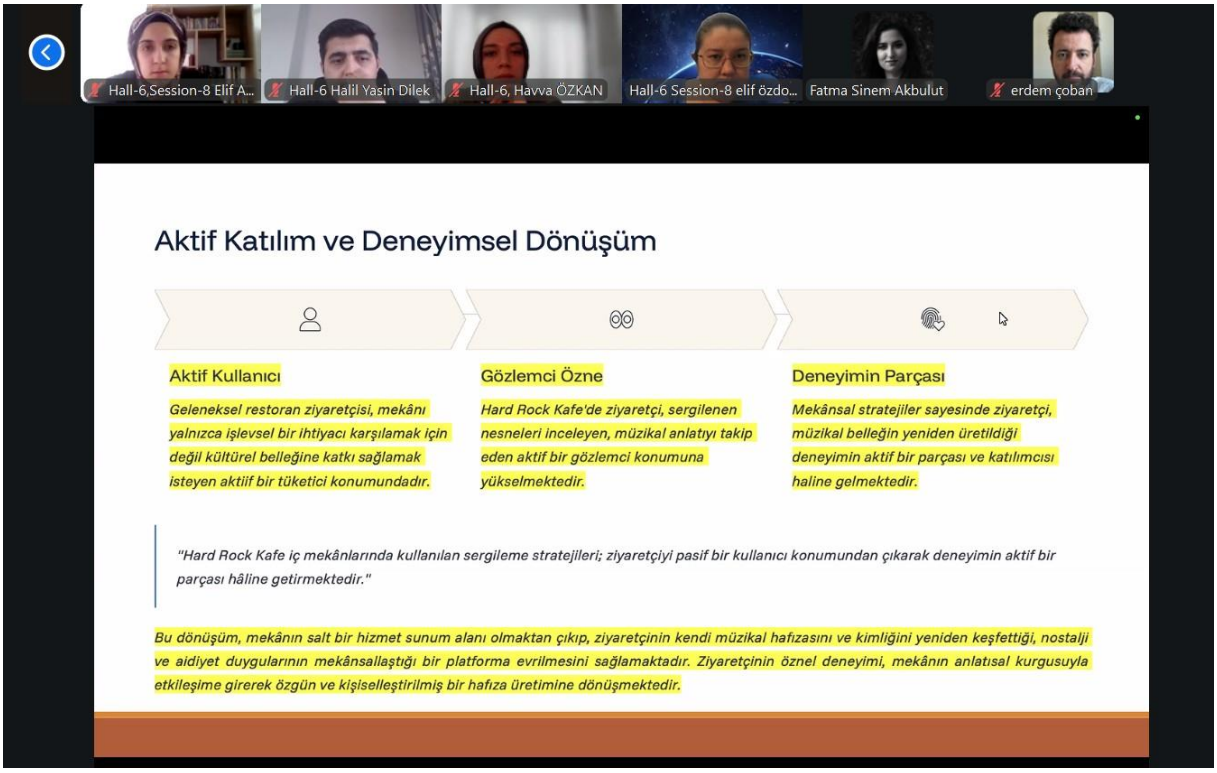

(HALL-2 SESSİON-8) G...
Ayse Keven
Buğra Sanlı
Hall-2, Session-8, NAR...
Sibel Torunoğlu Hall-2 ...
Yasin PARLATIR
Yasin PARLATIR
YÖNTEM
1. Ne Yaptık?
2. Nasıl Yaptık?
3. Neyi Ölçtük?
ChatGPT tarafından oluşturulan tinnitus ile ilgili sık sorulan 50 sorudan 10 tanesini analiz ettik.
5 tarafsız uzman, yanıtları dört puanlık bir kalite ölçeği kullanarak değerlendirdi.
Değerlendiriciler Arası Güvenilirlik: Uzmanların ne kadar tutarlı olduğunu ölçmek için Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı (ICC) kullanıldı.
Okunabilirlik: Metinlerin anlaşılırlığını ölçmek için Ateşman okunabilirlik yöntemi kullanıldı.

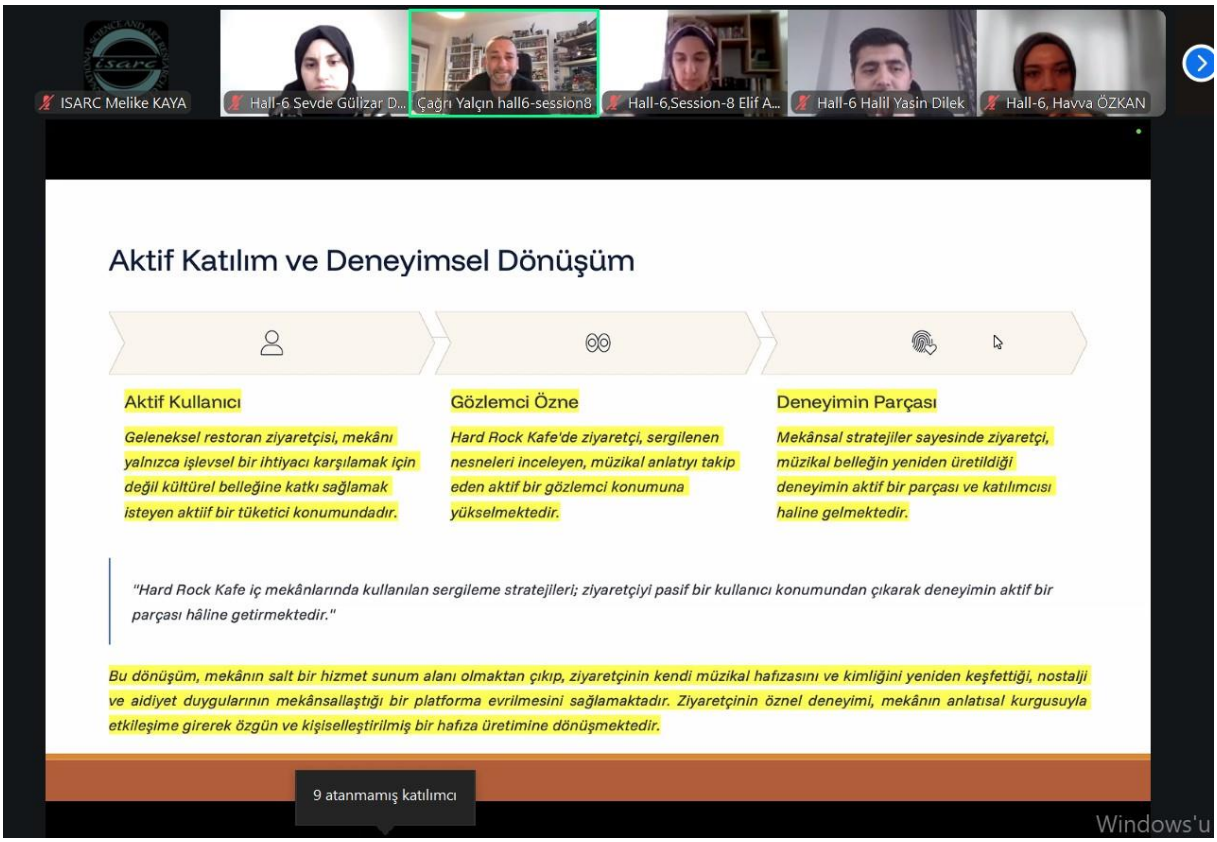

ISARC Melike KAYA
Tuba Yeşil
Hall-2, Süreyya Nur
(HALL-2 SESSİON-8) G...
Ayse Keven
Buğra Sanlı
AMAÇ
Bu çalışma, tinnitusa ilişkin doğru bilgiye ulaşmada genel olarak internet kullanımının, özel olarak ChatGPT'nin tinnitus hakkındaki yanıtların güvenilirliğini, doğruluğunu, kapsamlılığını ve okunabilirliğini objektif kriterlerle değerlendirmektir.
Tinnitusun bireyin yaşam kalitesini önemli ölçüde etkileyebildiği iyi bilinmektedir. Bu nedenle, bireylerin tinnitusa ilişkin doğru bilgiye ulaşmaları oldukça önemlidir. Bu çalışma,
• Tinnitus ile ilgili bir dizi sık sorulan soruyu analiz ederek ChatGPT tarafından üretilen yanıtların doğruluğunu, güvenilirliğini ve kapsamlılığını araştırmayı,
• Bu tür platformlardaki bilgi sağlama süreçlerinin doğruluğunu ve bilimsel temellerini inceleyerek, çalışma, sağlık alanında kullanılan YZ destekli araçların güvenilirliği hakkında değerli bir bakış açısı sunmayı
amaçlamaktadır.
• Ayrıca, bulgular, kullanıcıların tinnitus hakkında güvenilir bilgilere erişmelerinde değerli bir rehber olma potansiyeline sahiptir.

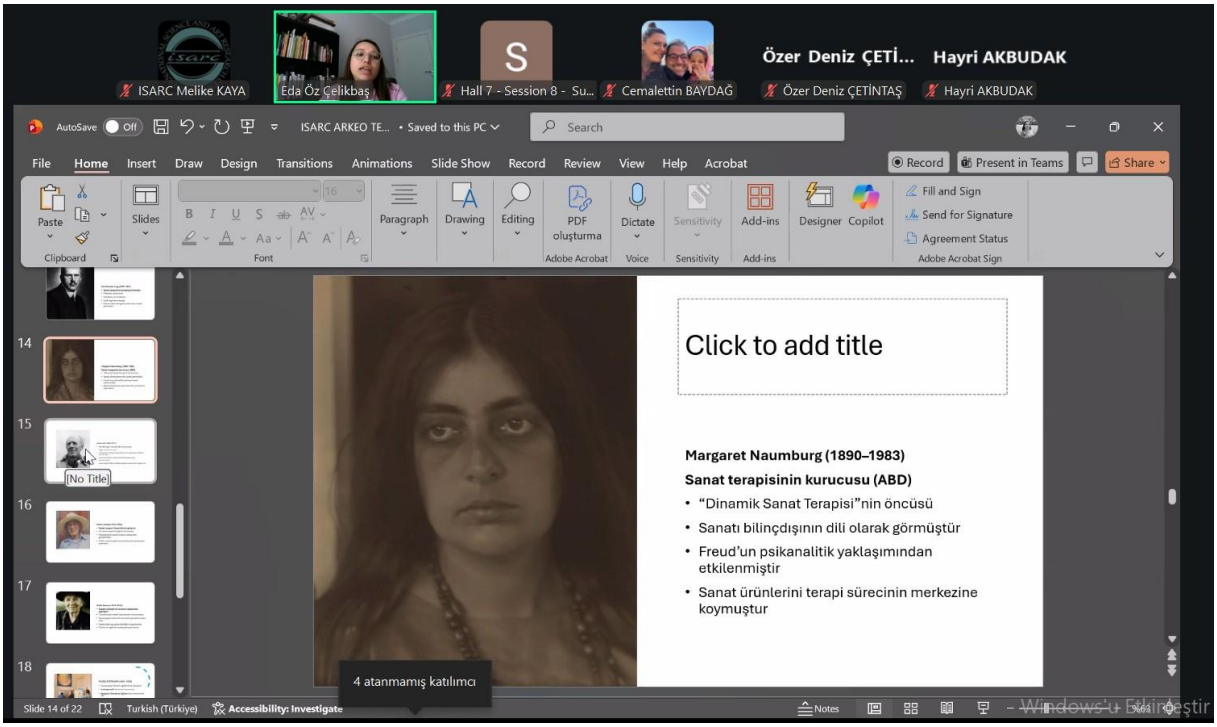

ISARC Melike KAYA
Hall 3-Abdulhadi Pala
Burak Gülbudak
Yasemin ŞİMŞEK TÜRK...
savaş koç
Abdullah Zekai Kıvrım
Feature Engineering: Identifying Temporal Persistence
Objective: Encode temporal memory and seasonality into the model.
Method: Autocorrelation (ACF) and Partial Autocorrelation (PACF) analysis.
Key Lags Identified:
t-1: Short-term persistence.
t-5: Intermediate-scale memory.
t-11, t-12: Annual cyclicity (seasonal memory).
Final Predictors: 3 atmospheric variables + 4 lagged precipitation variables.
Autocorrelation Function (ACF)
95% CI (±0.089)
ACF
Lag (months)
Partial Autocorrelation Function (PACF)
95% CI (±0.089)
PACF
Lag (months)
15 atanmamış katılımcı
Windows'u Etkin

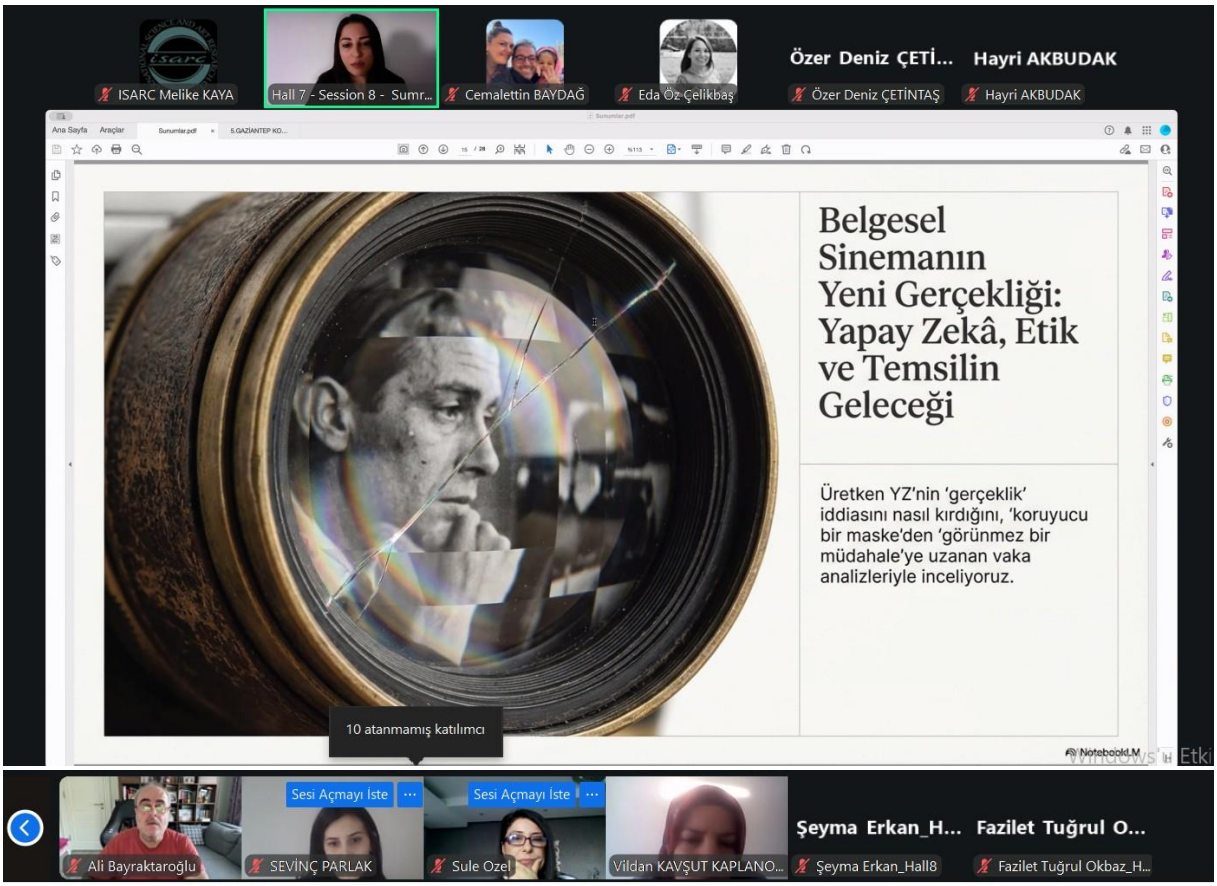

Dr. Mihriban Özgün-H...
Hall-4, Session-8- Doç. Dr....
Hall 4 Mehmet KAPLAN
Hall- 4 Session- 8 Muh...
Neslihan Çelik, Hall-4, ...
Hall-4, Sessinon-8, Öğ...
Yeni Bir Paradigma Doğuyor: Yeşil Sukuk
İslami Finans İlkeleri
(Etik, Adil Paylaşım, Faiz Yasağı)
Yeşil Sukuk
Sürdürülebilirlik Hedefleri
(Çevre Koruma, Yenilenebilir Enerji)
Amaç: Güneş enerjisi parkları, biyogaz tesisleri ve rüzgar santralleri gibi çevre dostu projeleri finanse eden, Şeriata uygun stratejik bir yatırım aracı.
8 atanmamış katılımcı
Windows'u


ISARC Melike KAYA
mizgin gökçe
Hall-5 Session-8 Deniz De...
Hall-5, Session-8 Özgü...
Safa Orakçı
Begüm Nizam
Begüm Nizam
1
2
7 atanmamış katılımcı
Künye
GELENEKSEL YAPI:
Ex Ospedale di Sant'Agostino
Mimarı: Giuseppe Sozzi
Yapım Yılı: 1753
Proje Alanı: 20.000m²
Konum: Modena, İtalya
ÇAĞDAŞ ÇATI:
AGO Modena
Mimarları/Tasarımcıları:
Carlo Ratti Associati
Italo Rota
Chuck Hoberman
Tasarım Yılı: 2022
1 https://universes.art/en/specials/2010/breaking-news/photos/01-ex-ospedale-sant-agostino
2 https://carlorattiassociati.com/project/ago-modena/
Windows'u Etkin


Hall-6,Session-8 Elif A...
Hall-6 Halil Yasin Dilek
Hall-6, Havva ÖZKAN
Hall-6 Session-8 elif özdo...
Fatma Sinem Akbulut
erdem çoban
Aktif Katılım ve Deneyimsel Dönüşüm
Aktif Kullanıcı
Geleneksel restoran ziyaretçisi, mekânı yalnızca işlevsel bir ihtiyacı karşılamak için değil kültürel belleğine katkı sağlamak isteyen aktiif bir tüketici konumundadır.
Gözlemci Özne
Hard Rock Kafe'de ziyaretçi, sergilenen nesneleri inceleyen, müzikal anlatıyı takip eden aktif bir gözlemci konumuna yükselmektedir.
Deneyimin Parçası
Mekânsal stratejiler sayesinde ziyaretçi, müzikal belleğin yeniden üretildiği deneyimin aktif bir parçası ve katılımcısı haline gelmektedir.
"Hard Rock Kafe iç mekânlarında kullanılan sergileme stratejileri; ziyaretçiyi pasif bir kullanıcı konumundan çıkarak deneyimin aktif bir parçası hâline getirmektedir."
Bu dönüşüm, mekânın salt bir hizmet sunum alanı olmaktan çıkıp, ziyaretçinin kendi müzikal hafızasını ve kimliğini yeniden keşfettiği, nostalji ve aidiyet duygularının mekânsallaştığı bir platforma evrilmesini sağlamaktadır. Ziyaretçinin öznel deneyimi, mekânın anlatısal kurgusuyla etkileşime girerek özgün ve kişiselleştirilmiş bir hafıza üretimine dönüşmektedir.

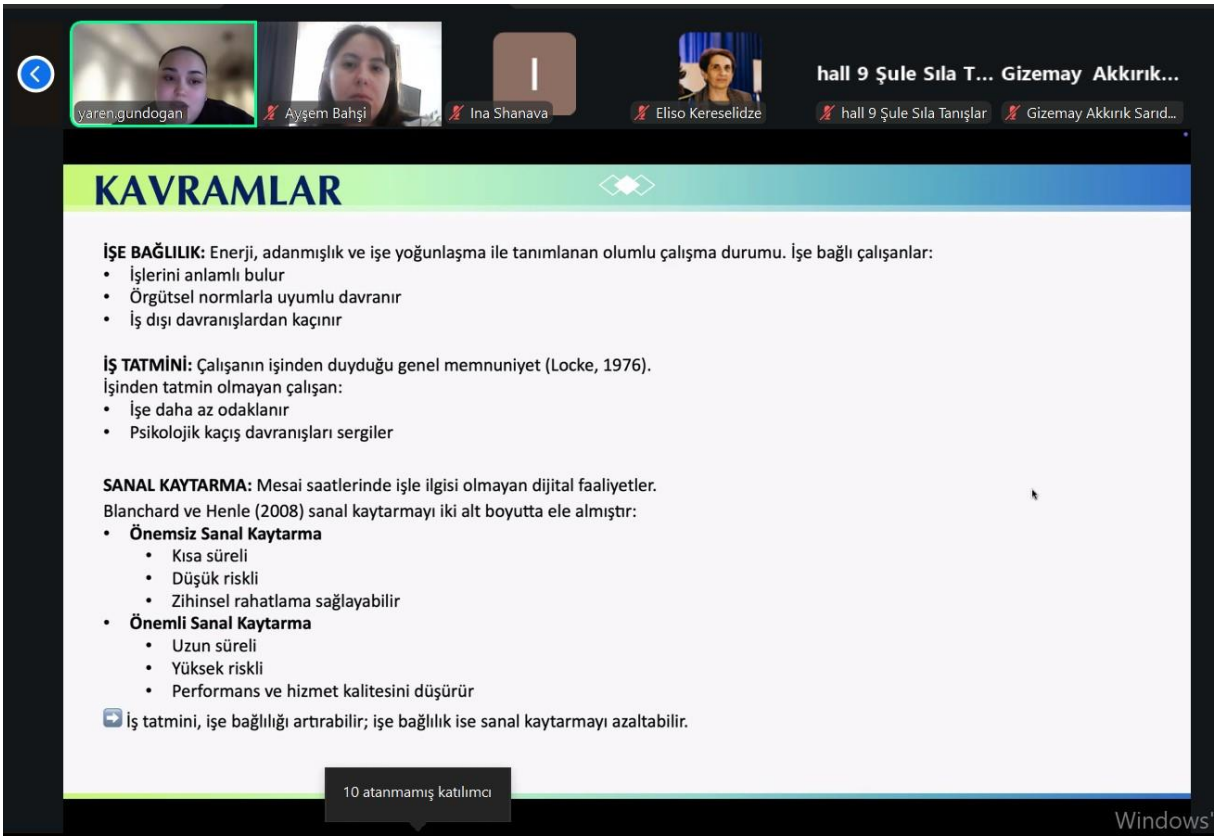

ISARC Melike KAYA
Hall-6 Sevde Gülizar D...
Çağrı Yalçın hall6-session8
Hall-6,Session-8 Elif A...
Hall-6 Halil Yasin Dilek
Hall-6, Havva ÖZKAN
Aktif Katılım ve Deneyimsel Dönüşüm
Aktif Kullanıcı
Geleneksel restoran ziyaretçisi, mekânı yalnızca işlevsel bir ihtiyacı karşılamak için değil kültürel belleğine katkı sağlamak isteyen aktiif bir tüketici konumundadır.
Gözlemci Özne
Hard Rock Kafe'de ziyaretçi, sergilenen nesneleri inceleyen, müzikal anlatıyı takip eden aktif bir gözlemci konumuna yükselmektedir.
Deneyimin Parçası
Mekânsal stratejiler sayesinde ziyaretçi, müzikal belleğin yeniden üretildiği deneyimin aktif bir parçası ve katılımcısı haline gelmektedir.
"Hard Rock Kafe iç mekânlarında kullanılan sergileme stratejileri; ziyaretçiyi pasif bir kullanıcı konumundan çıkarak deneyimin aktif bir parçası hâline getirmektedir."
Bu dönüşüm, mekânın salt bir hizmet sunum alanı olmaktan çıkıp, ziyaretçinin kendi müzikal hafızasını ve kimliğini yeniden keşfettiği, nostalji ve aidiyet duygularının mekânsallaştığı bir platforma evrilmesini sağlamaktadır. Ziyaretçinin öznel deneyimi, mekânın anlatısal kurgusuyla etkileşime girerek özgün ve kişiselleştirilmiş bir hafıza üretimine dönüşmektedir.
9 atanmamış katılımcı
Windows'u

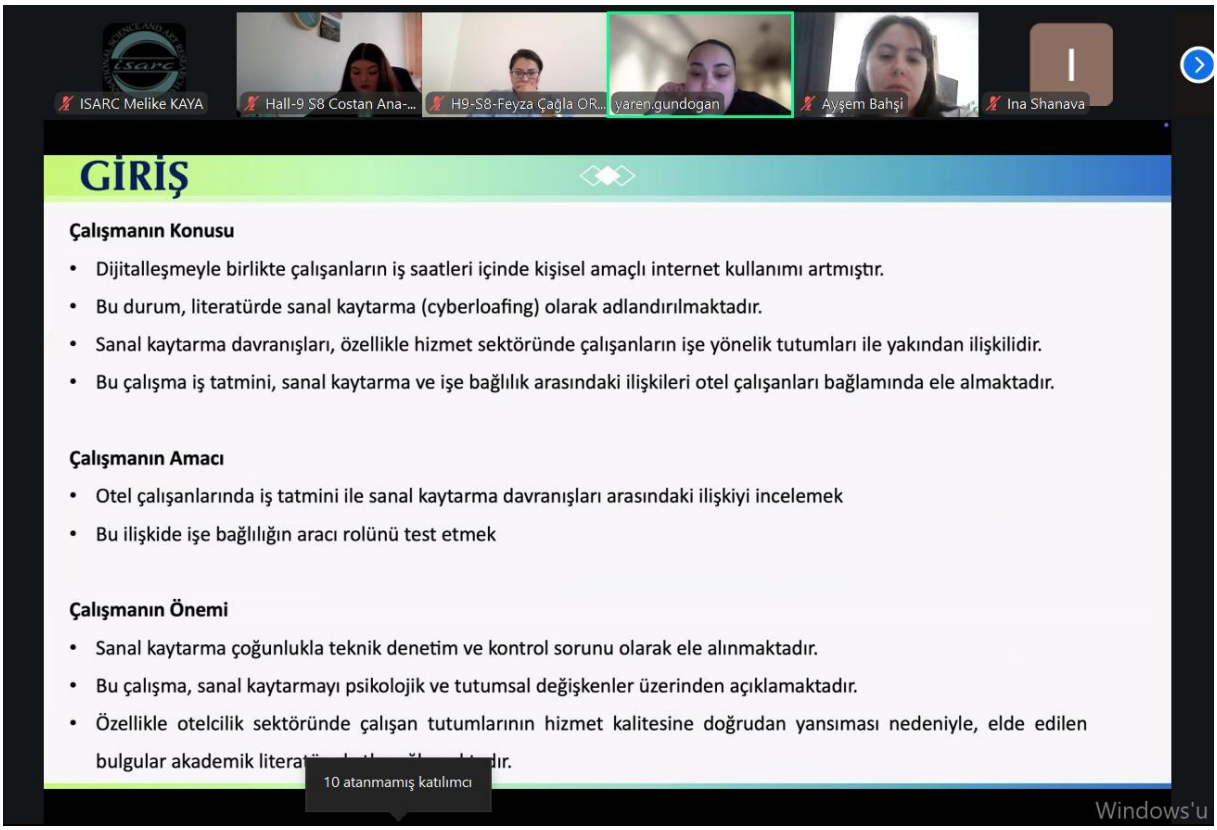

ISARC Melike KAYA
Eda Öz Çelikbaş
Hall 7 - Session 8 - Su...
Cemalettin BAYDAĞ
Özer Deniz ÇETİ...
Hayri AKBUDAK
Özer Deniz ÇETİNTAŞ
Hayri AKBUDAK
Click to add title
Margaret Naumburg (1890–1983)
Sanat terapisinin kurucusu (ABD)
• "Dinamik Sanat Terapisi"nin öncüsü
• Sanatı bilinçdışının dili olarak görmüştür
• Freud'un psikanalitik yaklaşımından etkilenmiştir
• Sanat ürünlerini terapi sürecinin merkezine koymuştur
4 atanmamış katılımcı
Windows'u Etkinleştir


ISARC Melike KAYA
Hall 7 - Session 8 - Sumr...
Cemalettin BAYDAĞ
Eda Öz Çelikbaş
Özer Deniz ÇETİ...
Hayri AKBUDAK
Özer Deniz ÇETİNTAŞ
Hayri AKBUDAK
Belgesel Sinemanın Yeni Gerçekliği: Yapay Zekâ, Etik ve Temsilin Geleceği
Üretken YZ'nin 'gerçeklik' iddiasını nasıl kırdığını, 'koruyucu bir maske'den 'görünmez bir müdahale'ye uzanan vaka analizleriyle inceliyoruz.
10 atanmamış katılımcı
Sesi Açmayı İste
Sesi Açmayı İste
Ali Bayraktaroğlu
SEVİNÇ PARLAK
Sule Ozel
Vildan KAVŞUT KAPLANO...
Şeyma Erkan_H...
Fazilet Tuğrul O...
Şeyma Erkan_Hall8
Fazilet Tuğrul Okbaz_H...

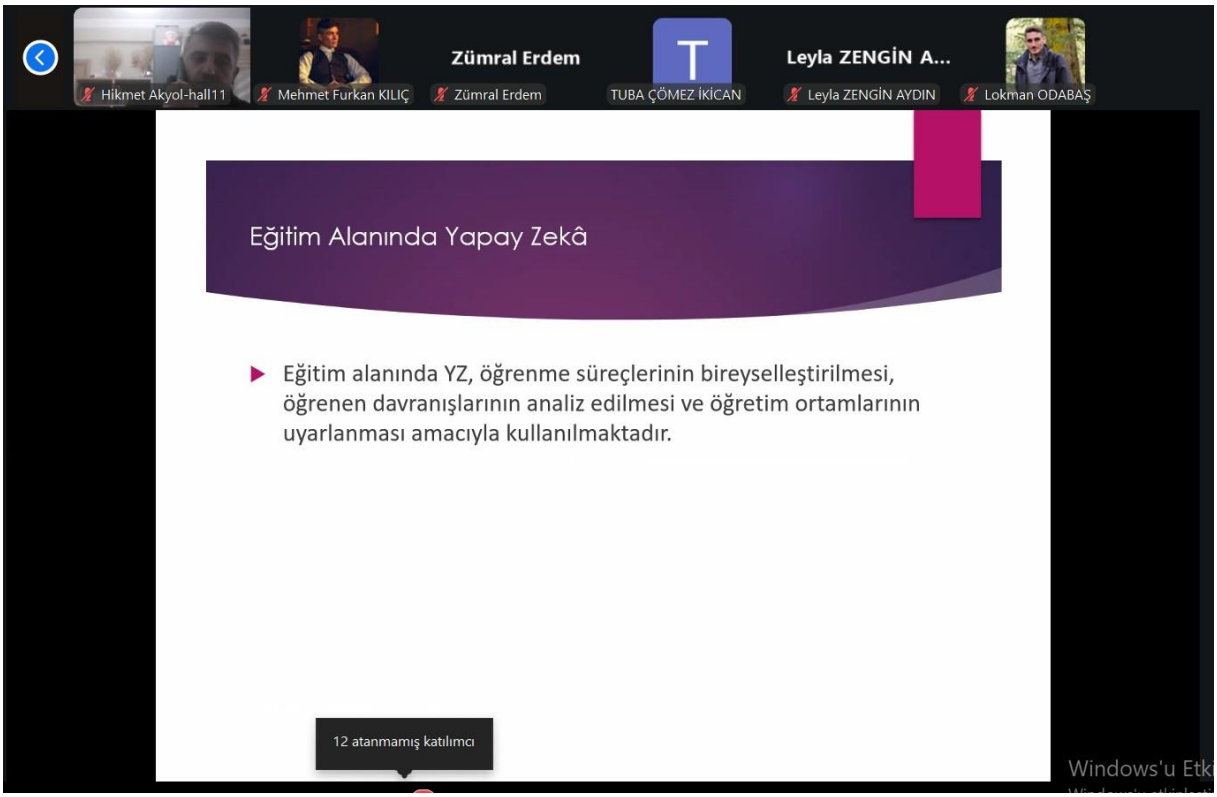

MARDİN İLİ MİDYAT İLÇESİ
GÜMÜŞ VE ALTIN TAKI ÖRNEKLERİ


ISARC Melike KAYA
elifinci
Sabina Aliyeva Namaz...
hall8-Leyla Uluçam
Ali Bayraktaroğlu
SEVİNÇ PARLAK
AHLAK BİLGİ ÜRETİM
MARDİN İLİ MİDYAT İLÇESİ GÜMÜŞ VE ALTIN TAKI ÖRNEKLERİ

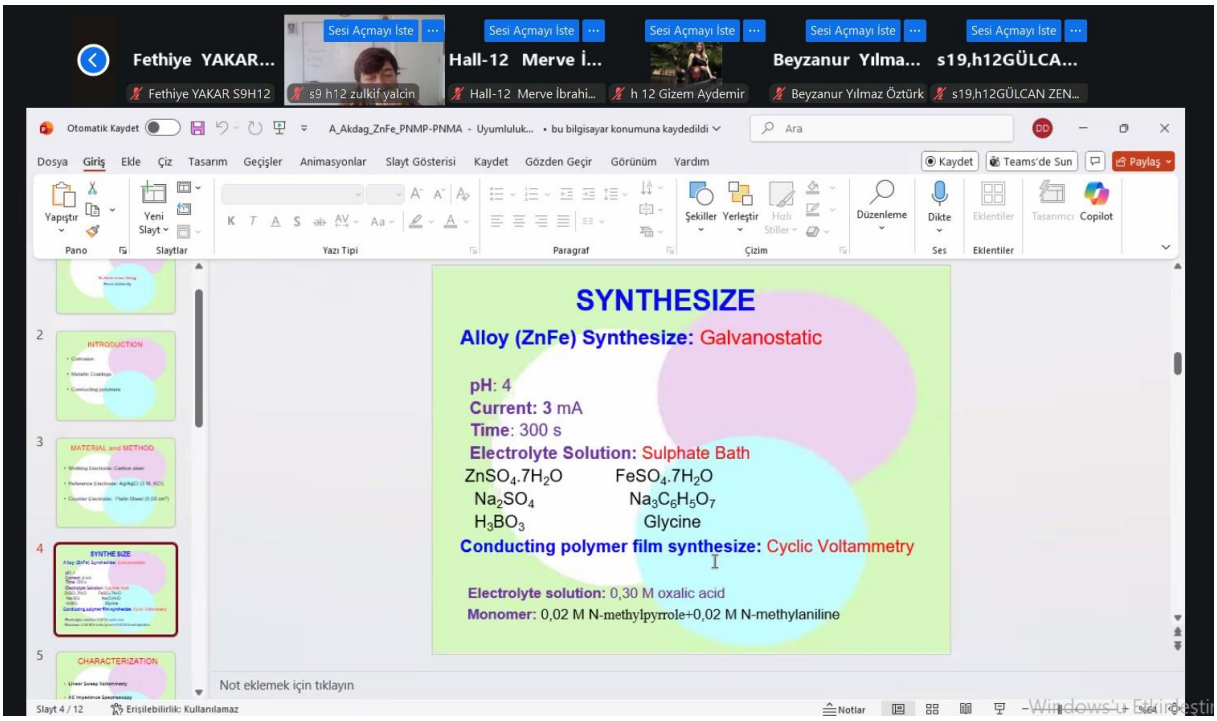

yaren.gundogan
Ayşem Bahşi
Ina Shanava
Eliso Kereselidze
hall 9 Şule Sıla T... Gizemay Akkırık...
hall 9 Şule Sıla Tanışlar
Gizemay Akkırık Sarıd...
KAVRAMLAR
İŞE BAĞLILIK: Enerji, adanmışlık ve işe yoğunlaşma ile tanımlanan olumlu çalışma durumu. İşe bağlı çalışanlar:
• İşlerini anlamlı bulur
• Örgütsel normlarla uyumlu davranır
• İş dışı davranışlardan kaçınır
İŞ TATMİNİ: Çalışanın işinden duyduğu genel memnuniyet (Locke, 1976).
İşinden tatmin olmayan çalışan:
• İşe daha az odaklanır
• Psikolojik kaçış davranışları sergiler
SANAL KAYTARMA: Mesai saatlerinde işle ilgisi olmayan dijital faaliyetler.
Blanchard ve Henle (2008) sanal kaytarmayı iki alt boyutta ele almıştır:
• Önemsiz Sanal Kaytarma
• Kısa süreli
• Düşük riskli
• Zihinsel rahatlama sağlayabilir
• Önemli Sanal Kaytarma
• Uzun süreli
• Yüksek riskli
• Performans ve hizmet kalitesini düşürür
İş tatmini, işe bağlılığı artırabilir; işe bağlılık ise sanal kaytarmayı azaltabilir.
10 atanmamış katılımcı

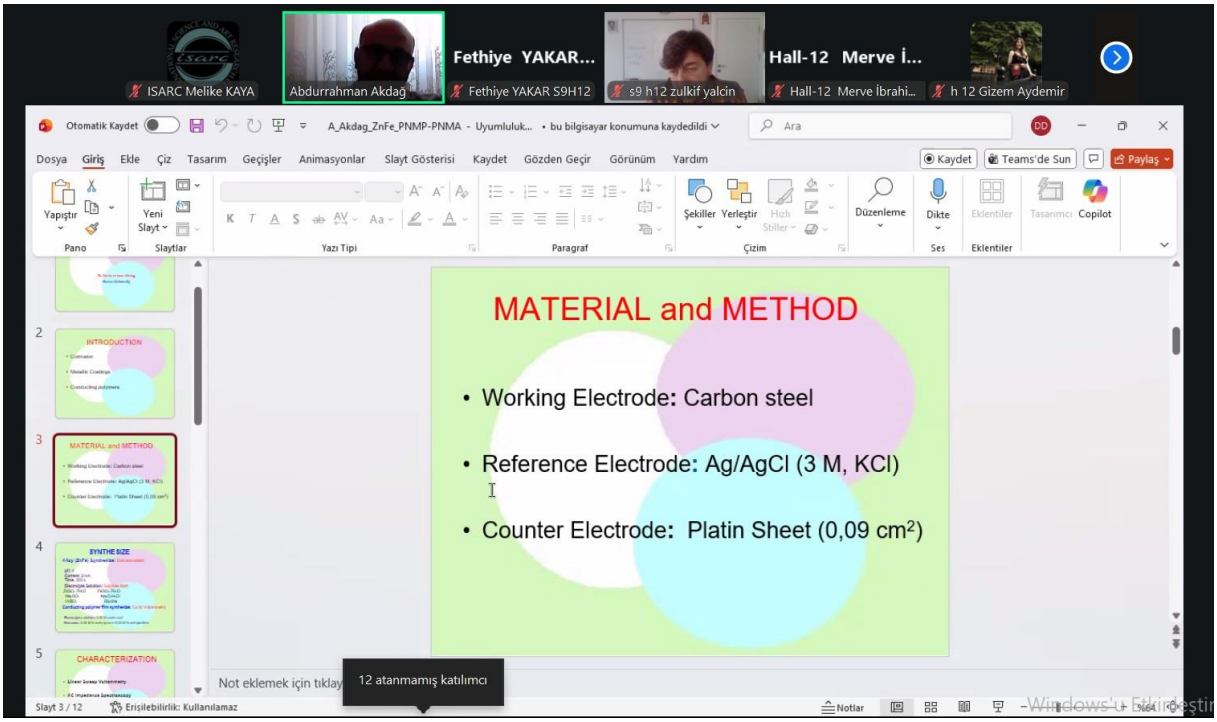

ISARC Melike KAYA
Hall-9 S8 Costan Ana-...
H9-S8-Feyza Çağla OR...
yaren.gundogan
Ayşem Bahşi
Ina Shanava
GİRİŞ
Çalışmanın Konusu
• Dijitalleşmeyle birlikte çalışanların iş saatleri içinde kişisel amaçlı internet kullanımı artmıştır.
• Bu durum, literatürde sanal kaytarma (cyberloafing) olarak adlandırılmaktadır.
• Sanal kaytarma davranışları, özellikle hizmet sektöründe çalışanların işe yönelik tutumları ile yakından ilişkilidir.
• Bu çalışma iş tatmini, sanal kaytarma ve işe bağlılık arasındaki ilişkileri otel çalışanları bağlamında ele almaktadır.
Çalışmanın Amacı
• Otel çalışanlarında iş tatmini ile sanal kaytarma davranışları arasındaki ilişkiyi incelemek
• Bu ilişkide işe bağlılığın aracı rolünü test etmek
Çalışmanın Önemi
• Sanal kaytarma çoğunlukla teknik denetim ve kontrol sorunu olarak ele alınmaktadır.
• Bu çalışma, sanal kaytarmayı psikolojik ve tutumsal değişkenler üzerinden açıklamaktadır.
• Özellikle otelcilik sektöründe çalışan tutumlarının hizmet kalitesine doğrudan yansıması nedeniyle, elde edilen bulgular akademik
10 atanmamış katılımcı
Windows'u

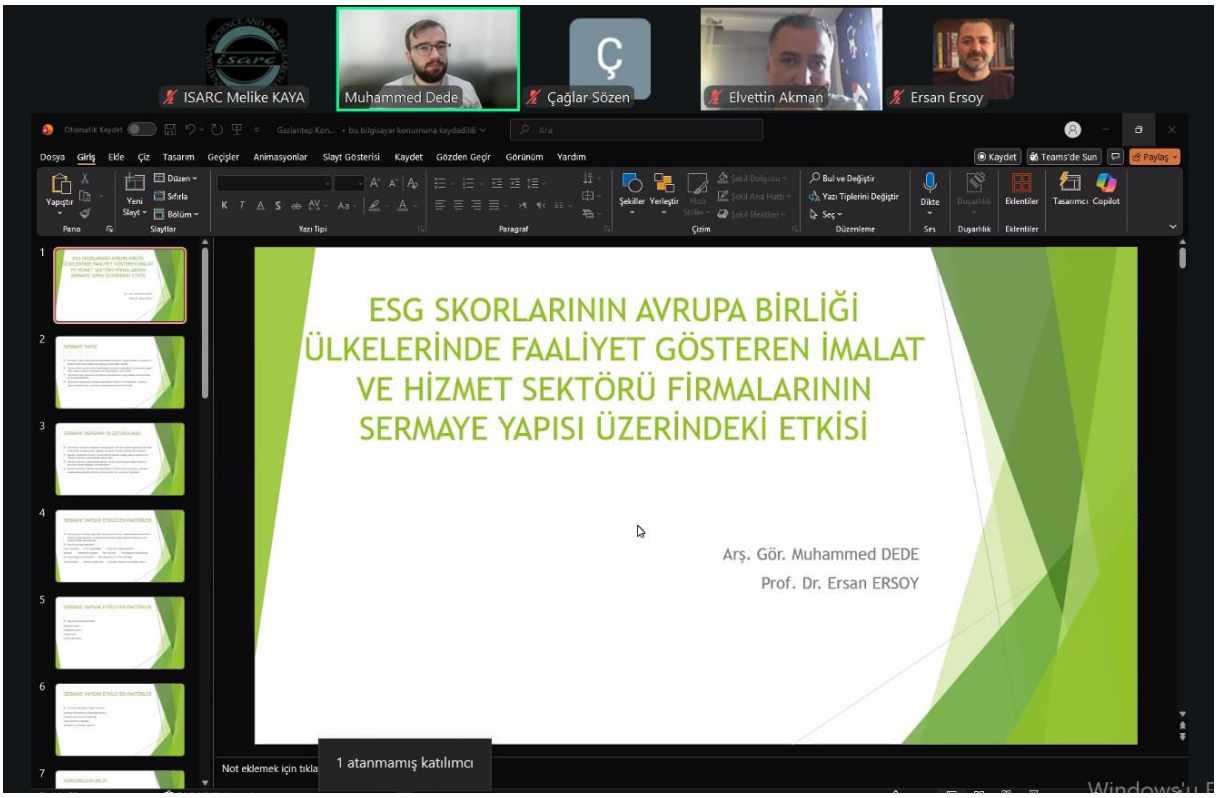

ISARC Melike KAYA
Zeynep ŞENER - Hall 10
Hasan Hüseyin MUTLU
Hall 10-Seyda Savran ...
dilek yalçın
Hasan Hüseyin MUTLU


Hikmet Akyol-hall11
Mehmet Furkan KILIÇ
Zümral Erdem
Zümral Erdem
TUBA ÇÖMEZ İKİCAN
Leyla ZENGİN A...
Leyla ZENGİN AYDIN
Lokman ODABAŞ
Eğitim Alanında Yapay Zekâ
Eğitim alanında YZ, öğrenme süreçlerinin bireyselleştirilmesi, öğrenen davranışlarının analiz edilmesi ve öğretim ortamlarının uyarlanması amacıyla kullanılmaktadır.
12 atanmamış katılımcı
Windows'u Etk

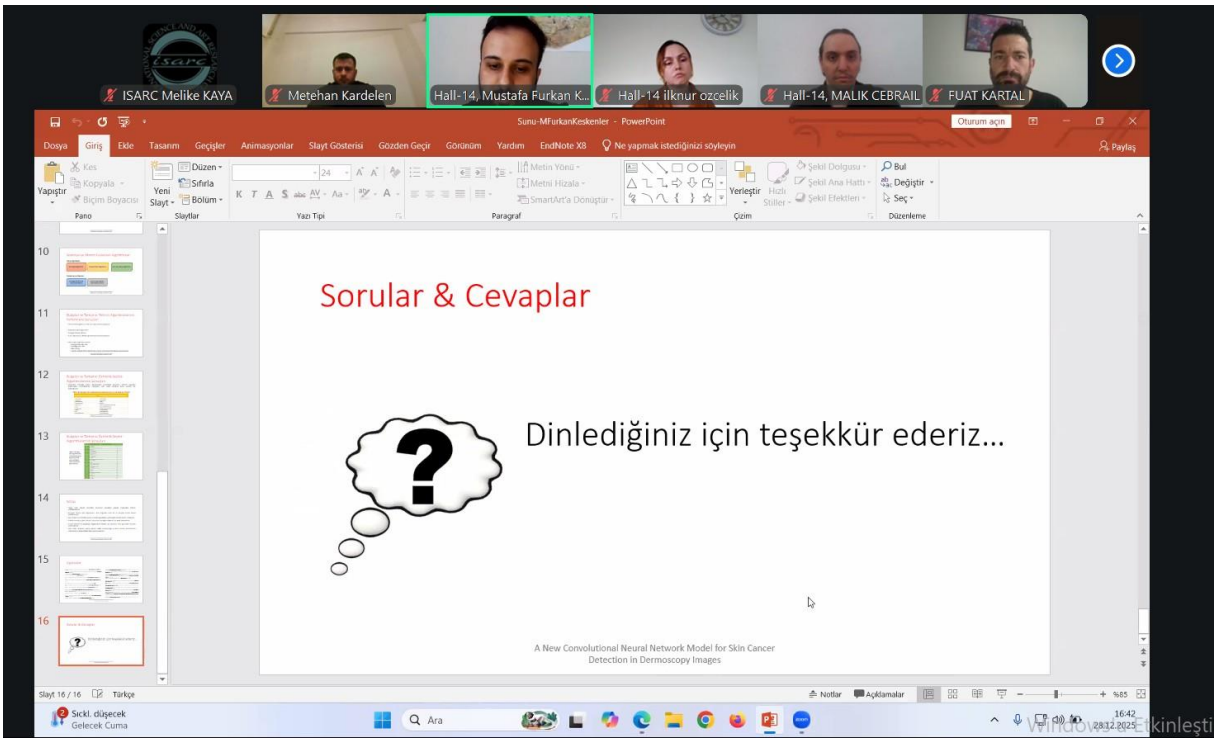

ISARC Melike KAYA
Hall 11-Kübra Aymelek H...
Hikmet Akyol-hall11
Mehmet Furkan KILIÇ
Zümral Erdem
Zümral Erdem
TUBA ÇÖMEZ İKİCAN
Yapay Zekâ
Yapay Zekâ sistemleri büyük veri kümeleri üzerinde eğitilerek öngörü üretme, sınıflandırma yapma ve uyarlanabilir geri bildirim sağlama kapasitesine sahiptir.
Bu özellikleri sayesinde YZ, yalnızca teknik bir araç değil, aynı zamanda sosyal sistemlerle etkileşim kurabilen bilişsel bir teknoloji olarak değerlendirilmektedir.
Windows'u Etkin

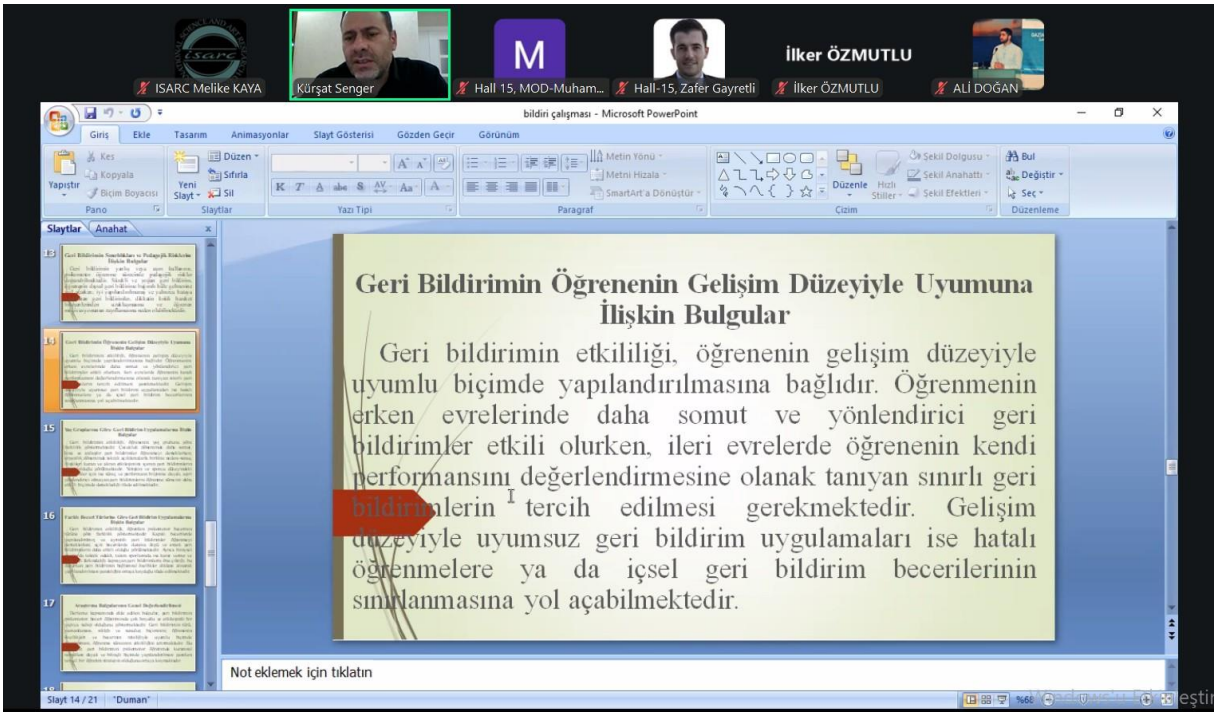

Fethiye YAKAR...
Hall-12 Merve İ...
Beyzanur Yılma...
s19,h12GÜLCA...
SYNTHESIZE
Alloy (ZnFe) Synthesize: Galvanostatic
pH: 4
Current: 3 mA
Time: 300 s
Electrolyte Solution: Sulphate Bath
$ZnSO_4.7H_2O$ $FeSO_4.7H_2O$
Na_2SO_4 $Na_3C_6H_5O_7$
H_3BO_3 Glycine
Conducting polymer film synthesize: Cyclic Voltammetry
Electrolyte solution: 0,30 M oxalic acid
Monomer: 0,02 M N-methylpyrrole+0,02 M N-methylaniline

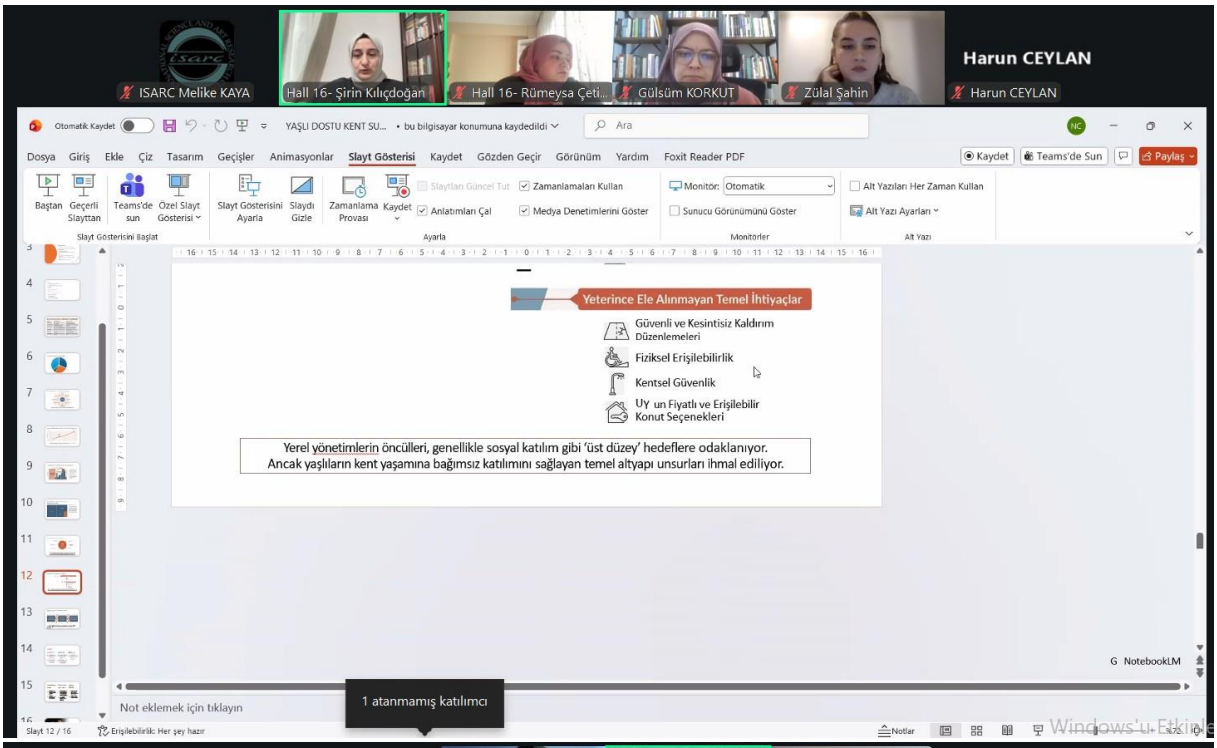

ISARC Melike KAYA
Abdurrahman Akdağ
Fethiye YAKAR...
Hall-12 Merve İ...
MATERIAL and METHOD
• Working Electrode: Carbon steel
• Reference Electrode: Ag/AgCl (3 M, KCl)
• Counter Electrode: Platin Sheet (0,09 cm²)
12 atanmamış katılımcı

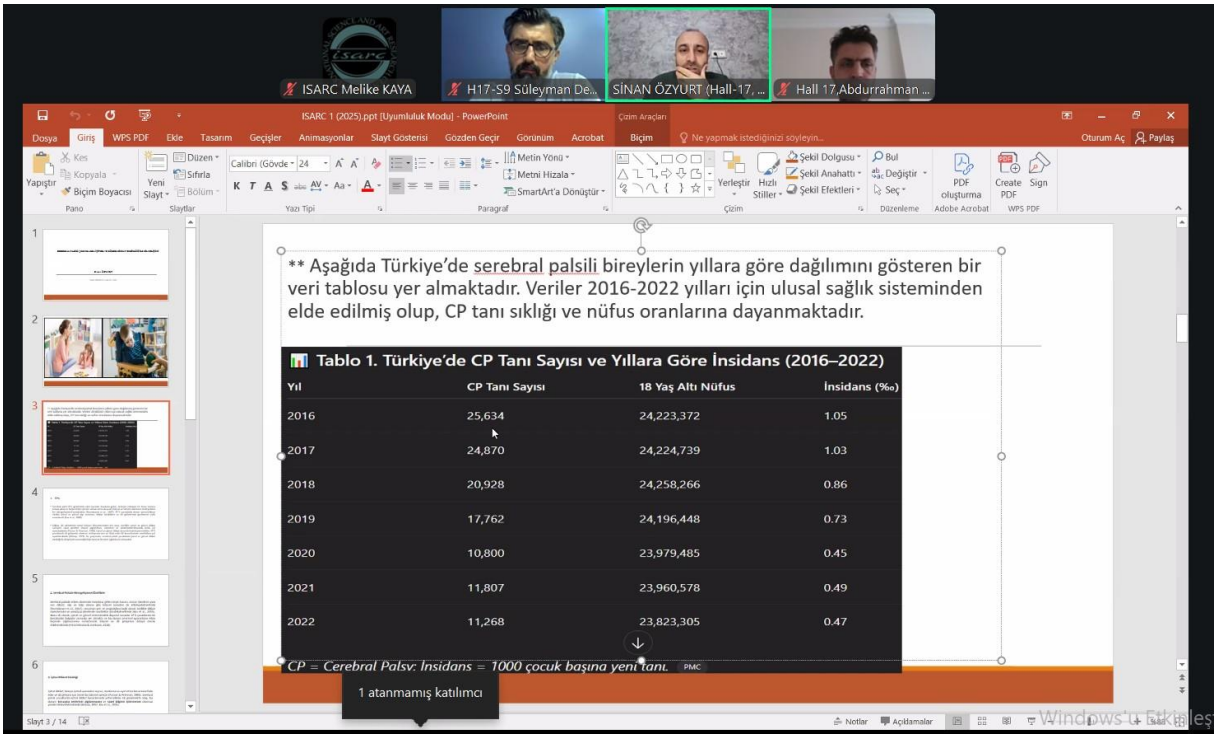

ISARC Melike KAYA
Muhammed Dede
Çağlar Sözen
Elvettin Akman
Ersan Ersoy
ESG SKORLARININ AVRUPA BİRLİĞİ ÜLKELERİNDE FAALİYET GÖSTEREN İMALAT VE HİZMET SEKTÖRÜ FİRMALARININ SERMAYE YAPISI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ
Arş. Gör. Muhammed DEDE
Prof. Dr. Ersan ERSOY
1 atanmamış katılımcı

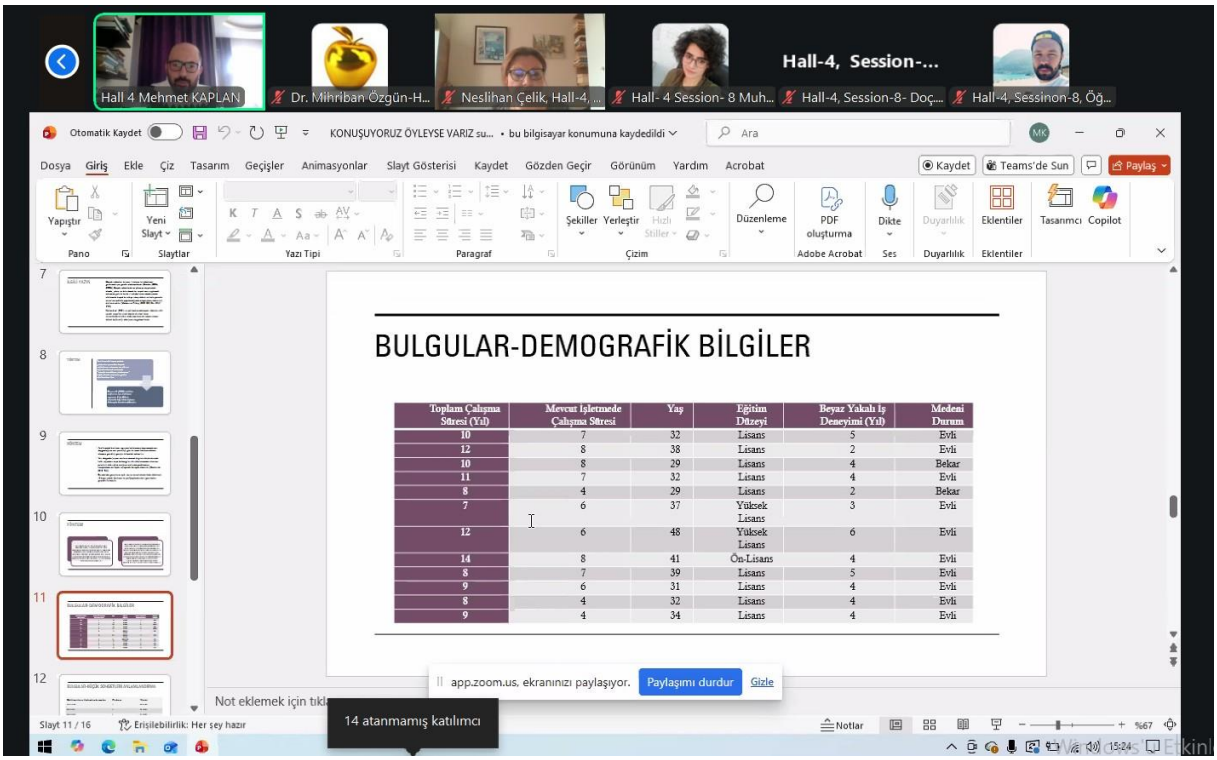

Hall-14, Mustafa Furka...
FUAT KARTAL
Hall-14 ilknur ozcelik
Hall-14, MALIK CEBRAIL
H14__Arslan KAPTAN
Simge
Enerjinin Yolculuğu
Aşındırıcı Su Jetini Fiziğin Gözünden Anlamak
Hidrodinamik ve Tribolojik Esaslara Dayalı Analitik Bir Yaklaşım


ISARC Melike KAYA
Metehan Kardelen
Hall-14, Mustafa Furkan K...
Hall-14 İlknur ozcelik
Hall-14, MALIK CEBRAIL
FUAT KARTAL
Sunu-MFurkanKeskenler - PowerPoint
Sorular & Cevaplar
Dinlediğiniz için teşekkür ederiz...
A New Convolutional Neural Network Model for Skin Cancer Detection in Dermoscopy Images

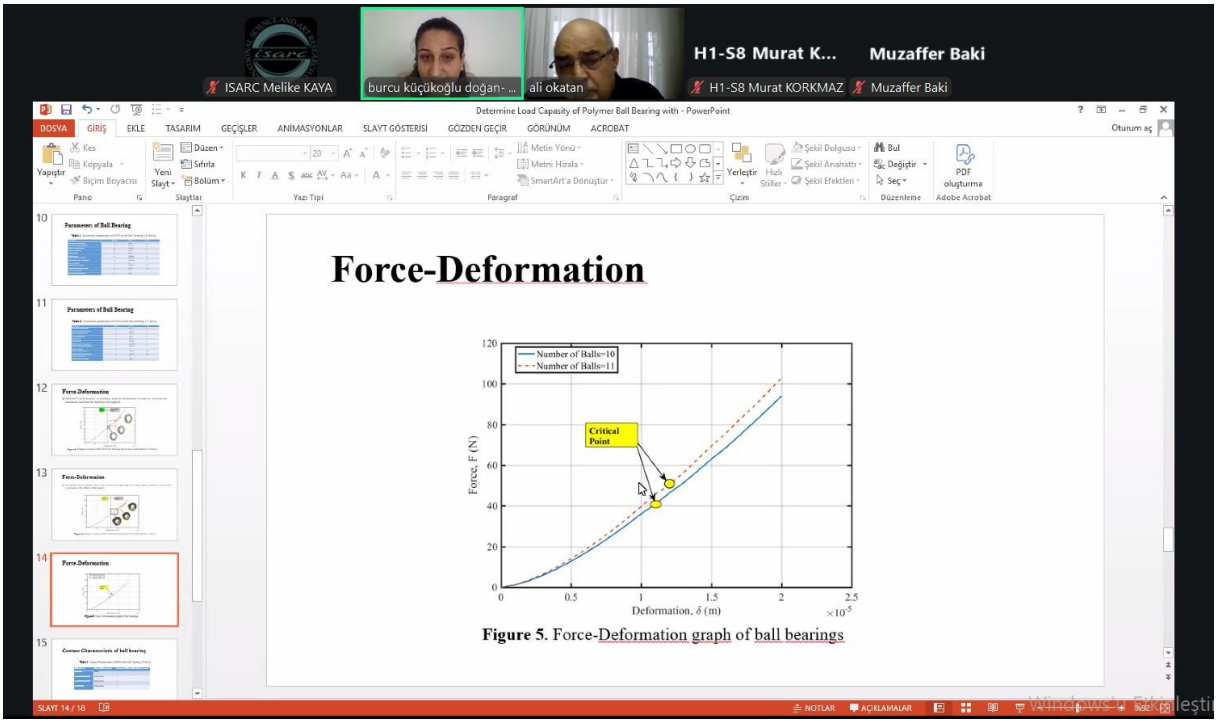

ISARC Melike KAYA
Kürşat Senger
Hall 15, MOD-Muham...
Hall-15, Zafer Gayretli
İlker ÖZMUTLU
İlker ÖZMUTLU
ALİ DOĞAN
bildiri çalışması - Microsoft PowerPoint
Geri Bildirimin Öğrenenin Gelişim Düzeyiyle Uyumuna İlişkin Bulgular
Geri bildirimin etkililiği, öğrenenin gelişim düzeyiyle uyumlu biçimde yapılandırılmasına bağlıdır. Öğrenmenin erken evrelerinde daha somut ve yönlendirici geri bildirimler etkili olurken, ileri evrelerde öğrenenin kendi performansını değerlendirmesine olanak tanıyan sınırlı geri bildirimlerin tercih edilmesi gerekmektedir. Gelişim düzeyiyle uyumsuz geri bildirim uygulamaları ise hatalı öğrenmelere ya da içsel geri bildirim becerilerinin sınırlanmasına yol açabilmektedir.
Not eklemek için tıklatın

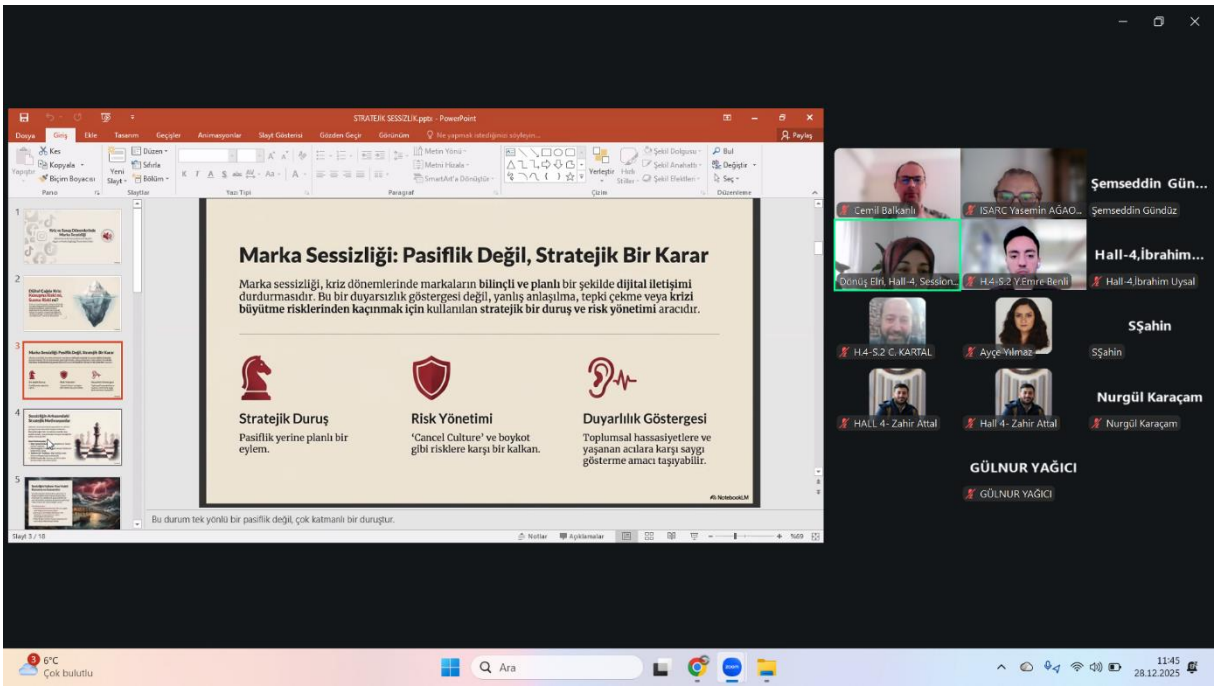

ISARC Melike KAYA
Hall 16- Şirin Kılıçdoğan
Hall 16- Rümeysa Çeti...
Gülsüm KORKUT
Zülal Şahin
Harun CEYLAN
Harun CEYLAN
Yeterince Ele Alınmayan Temel İhtiyaçlar
Güvenli ve Kesintisiz Kaldırım Düzenlemeleri
Fiziksel Erişilebilirlik
Kentsel Güvenlik
Uy un Fiyatlı ve Erişilebilir Konut Seçenekleri
Yerel yönetimlerin öncülleri, genellikle sosyal katılım gibi 'üst düzey' hedeflere odaklanıyor.
Ancak yaşlıların kent yaşamına bağımsız katılımını sağlayan temel altyapı unsurları ihmal ediliyor.
Not eklemek için tıklayın
1 atanmamış katılımcı


ISARC Melike KAYA
H17-S9 Süleyman De...
SİNAN ÖZYURT (Hall-17, ...
Hall 17,Abdurrahman ...
** Aşağıda Türkiye'de serebral palsili bireylerin yıllara göre dağılımını gösteren bir veri tablosu yer almaktadır. Veriler 2016-2022 yılları için ulusal sağlık sisteminden elde edilmiş olup, CP tanı sıklığı ve nüfus oranlarına dayanmaktadır.
Tablo 1. Türkiye'de CP Tanı Sayısı ve Yıllara Göre İnsidans (2016–2022)
Yıl | CP Tanı Sayısı | 18 Yaş Altı Nüfus | İnsidans (‰)
2016 | 25,634 | 24,223,372 | 1.05
2017 | 24,870 | 24,224,739 | 1.03
2018 | 20,928 | 24,258,266 | 0.86
2019 | 17,762 | 24,196,448 | 0.73
2020 | 10,800 | 23,979,485 | 0.45
2021 | 11,807 | 23,960,578 | 0.49
2022 | 11,268 | 23,823,305 | 0.47
1 atanmamış katılımcı



Toplam Çalışma Süresi (Yıl)	Mevcut İşletmede Çalışma Süresi	Yaş	Eğitim Düzeyi	Beyaz Yakalı İş Deneyimi (Yıl)	Medeni Durum
10	7	32	Lisans	5	Evli
12	8	38	Lisans	2	Evli
10	8	29	Lisans	4	Bekar
11	7	32	Lisans	4	Evli
8	4	29	Lisans	2	Bekar
7	6	37	Yüksek Lisans	3	Evli
12	6	48	Yüksek Lisans	6	Evli
14	8	41	Ön-Lisans	4	Evli
8	7	39	Lisans	5	Evli
9	6	31	Lisans	4	Evli
8	4	32	Lisans	4	Evli
9	4	34	Lisans	4	Evli




STRATEJİK SESSİZLİK.pptx - PowerPoint
Marka Sessizliği: Pasiflik Değil, Stratejik Bir Karar
Marka sessizliği, kriz dönemlerinde markaların bilinçli ve planlı bir şekilde dijital iletişimi durdurmasıdır. Bu bir duyarsızlık göstergesi değil, yanlış anlaşılma, tepki çekme veya krizi büyütme risklerinden kaçınmak için kullanılan stratejik bir duruş ve risk yönetimi aracıdır.
Stratejik Duruş
Pasiflik yerine planlı bir eylem.
Risk Yönetimi
'Cancel Culture' ve boykot gibi risklere karşı bir kalkan.
Duyarlılık Göstergesi
Toplumsal hassasiyetlere ve yaşanan acılara karşı saygı gösterme amacı taşıyabilir.
Bu durum tek yönlü bir pasiflik değil, çok katmanlı bir duruştur.
Cemil Balkanlı
ISARC Yasemin AĞAO...
Şemseddin Gün...
Şemseddin Gündüz
Dönüş Elri, Hall -4, Session...
H.4-S.2 Y.Emre Benli
Hall-4,İbrahim...
Hall-4,İbrahim Uysal
H.4-S.2 C. KARTAL
Ayçe Yılmaz
SŞahin
HALL 4- Zahir Attal
Hall 4- Zahir Attal
Nurgül Karaçam
GÜLNUR YAĞICI
6°C
Çok bulutlu
Ara
11:45
28.12.2025

INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

Konu: Kongre Katılımcı Bilgisi **31.12.2025**

İLGİLİ MAKAMA

5.ULUSLARARASI GAZİANTEP BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR KONGRESİ 27-28 ARALIK 2025 tarihleri arasında GAZİANTEP'de ve online olarak 32 farklı ülkeden (Türkiye:448 ve diğer Ülkeler:458 ; Toplam:906 akademisyen/araştırmacıların katılımı ile gerçekleşmiştir. Kongre, 16 Ocak 2020 Akademik Teşvik Ödeneği Yönetmeliğine getirilen '' Tebliğlerin sunulduğu yurt içinde veya yurtdışındaki etkinliğin uluslararası olarak nitelendirilebilmesi için Türkiye dışından en az 5 ülkeden farklı tebliğ sunan konuşmacının katılım sağlaması ve tebliğlerin yarıdan fazlasının Türkiye dışından katılımcılar tarafından sunulması esastır. '' değişikliğine uygun düzenlenmiştir. Bilgilerinize arz edilir.
Saygılarımla



Sefa Salih BİLDİRİCİ
HEAD OF İSARC

NOTIFICATIONS

AUTHORS	TITLE	NO
Assist. Prof. Dr. Önder CİVELEK	A Data-Driven Approach To Anomaly Detection In Smart Meters Using Machine Learning Methods: A Comparative Analysis	1-15
Assist. Prof. Dr. Önder CİVELEK Dr. Metin TÜYSÜZ	Machine Learning-Based Multi-Fault Classification For Electrical Power Systems	16-27
Assist. Prof. Dr. Semih Mahmut AKTARER	Investigation Of The Stretch Formability Behavior Of High-Strength Low-Alloy Steel Joıned By Frıctıon Stir Welding	28-29
Assist. Prof. Dr. Emre BULUT	One Dimensional Analysis Of Thermal And Hydraulic Performance Of A 50-Cell Battery Module Under Different Flow Regimes	30-39
Ali Mert GÜRBÜZ Kemal ERŞAN Dilara ÇİÇEK Hüseyin Kamil BALBABA	Integration Of CFRP Composite Electric Vehicle Parts Designed And Analyzed In A Cage Structure Suitable For 3d And CFIP Processes	40-50
Lect. Batın DEMİRCAN Tuğçe YAREN	Technical Performance Assessment Of Standalone Hybrid Renewable Energy Systems For Green Hydrogen Production	51-66
Assist. Prof. Dr. Harun GÜÇLÜ	Modelling Of 1D Micro Gas Turbine For Range Extender Electric Vehicles	67-74
Selin EFE KAYABAŞI	Investigation Of The Service Durability Of Environmentally Friendly Shock Absorber Oil In Heavy Commercial Vehicle Groups	75-80
Mert Can DEMİR Prof. Dr. Egemen AVCU Prof. Dr. Rıdvan YAMANOĞLU	Characterization Of Prep And Gas Atomized Ti6al4v Powders	81-88
Mert Can DEMİR Prof. Dr. Egemen AVCU Prof. Dr. Rıdvan YAMANOĞLU	Production Of New Generation B-Titanium Alloys By Powder Metallurgy: A Study On The Ti-15mo-3al-2.7nb-0.2si Alloy	89-96
Mahir ŞAHİN Mustafa KILIÇ	Experimental Investigation Of The Effect Of Turbulent Flow Conditions On The Heat Transfer Performance Of A Plate Heat Exchanger	97-108
Mahir ŞAHİN Mustafa KILIÇ	Hybrid Modeling Of Heat Transfer Effectiveness In A Plate Heat Exchanger Using Ann Predictions And Empirical Correlations	109-121
Mehmet Enes ERSÖZ Kaan Can AKBABA Halit ARAT Ramazan KÖSE	Thermodynamic And Environmental Performance Comparison Of CFC, HCFC, HFC And HFO Refrigerants In A Vapor Compression Refrigeration Cycle	122-137
Kaan Can AKBABA Mehmet Enes ERSÖZ Mustafa Arif ÖZGÜR Ramazan KÖSE	Bibliometric Analysis Of Research Trends In Low Reynolds Number Aerodynamics	138-154
Alev DEMİR Ali KİBAR	The Use Of Hydrophobic Coatings In Quick-Connection Components And Their Effects On Coupling Performance	155-161

,

AUTHORS	TITLE	NO
İlyas YAMAÇ Assist. Prof. Dr. Hasan ÜZMUŞ	Performance Analysis Of Mppt With Ga Optimized Pi Controller For Photovotaic Based Dc/Dc Boost Converter	162-171
Kübra Nur TOPRAK Assist. Prof. Dr. Hasan ÜZMUŞ	Current And Voltage Control Of Pem Fuel Cell-Based Dc-Dc Hybrid Boost Converter	172-184
Fatih DÖNMEZ Çağrı YILMAZ Özgür SAVAŞ Assist. Prof. Dr. Kübra KESER	Motor Imaginary Classification of EEG Based On Deep Learning	185-205
Eyüp ÇAĞLAR Assoc. Prof. Dr. Abdurrahman GÜNDAY	The Effects Of Mixed Gas Utilization On Cutting Performance In Industrial Laser Cutting Process	206-215
Sedrettin SÜLE Prof. Dr. Asım KAYGUSUZ	Analysis Of Renewable Energy–Supported Energy Storage Systems Based On The Electricity Consumption Profile Of Malatya Province	216-233
Barış SUNAR Prof. Dr. Asım KAYGUSUZ	The Commercialization Potential Of Perovskite Technologies In Turkey And Their Integration Into The National Energy Strategy	234-250
Mohammed Ahmed Ali ALI AbdulWahab Ahmed JASIM Assist. Prof. Dr. ERCAN AYKUT	Offshore Wind Turbines (Turbines for the ocean)	251-252
Assist. Prof. Dr. ERCAN AYKUT Mohammed Wakas Saad	Fuel Flexibility and Operational Challenges in Modern Coal-Fired Power Stations	253
Dr. Adnan AKIN Prof. Dr. Aliye ÇİLAN AKIN	Food Safety In Tourism Enterprises: Tourist Perception, Practical Reality And Sectoral Risks	254-265
Nazan ÇAĞLAR Buket ÖZBAL Didem GÜN	Comparison Of The Functional Properties Of Organic And Conventional Foods-Review	266-280
Serap BALABAN BARTA	Dietary Fiber And Gut Barrier Integrity In Type 2 Diabetes Mellitus: Current Evidence	281-294
Assist. Prof. Dr. Yeşim BEDİR Mehmet Murat KARAOĞLU	Effect Of Plant-Based Additives On The Storage Stability Of Whole Wheat Flour	295-304
Assist. Prof. Dr. Cevriye YÜKSEL YILDIRIM Prof. Dr. Hasan Hüseyin YILDIRIM	Climate Crisis And Public Policies	305-313
Prof. Dr. Hasan Hüseyin YILDIRIM Assist. Prof. Dr. Cevriye YÜKSEL YILDIRIM	Financial Technologies And The Banking Sector	314-328
Resc. Assist. Buğra POLAT Resc. Assist. Dr. Hüseyin İÇEN	The Effect Of Asymmetric Shocks In Turkey's Housing Market: A Nardl Analysis Based On Gold Price, Exchange Rate, And Deposit Interest Rate	329-336
Assoc. Prof. Dr. Yaşar Serhat YAŞGÜL Prof. Dr. Burak GÜRİŞ Resc. Assist. Buğra POLAT	Investigating the Unemployment Invariance Hypothesis in Türkiye: Evidence from Nonlinear Cointegration Tests	337-344

AUTHORS	TITLE	NO
Aysel KAVLAKOĞLU Prof. Dr. Tolga ULUSOY	Gaslighting In Financial Markets: Behavioral Manıpulation, Investor Vulnerability, And Perceived Irrationality	345-358
Assoc. Prof. Dr. Nigar ALEV Assoc. Prof. Dr. Mustafa TORUSDAĞ	Growth Dynamics in BRICS-T Countries: A Panel ARDL Analysis of the Effects of Trade, Finance, Population, and Corruption	359-370
Assoc. Prof. Dr. Nigar ALEV Assist. Prof. Dr. İbrahim YILDIRIMÇAKAR	Analysis Of The Relationship Between The Quality Of Life Index And Economic Growth: A Panel Data Approach For Brics-T Countries	371-382
Nergis Feride KAPLAN DÖNMEZ	Electronic On-Site Inspection And Widespread-Intensive Tax Auditing Practices In Turkey	383-384
Yrd.Doç.Dr. Dastan ASEINOV	The Role Of Digital Infrastructure İn Expanding Financial Accessibility And Reducing Inequality	385-386
Ezgi DEMIR Uğur BAKAY	An Analysis Of The Aggressiveness And Body Awareness Levels Of Traditional Wrestlers	387-388
Gizem YILMAZER Uğur BAKAY	Examining The Patriotism Attitudes Of Sports Sciences Faculty Students In Terms Of Various Variables	389-399
Şule Bensu KARAHAN Bayram Sönmez ÜNÜVAR	Treatment Effects Of A Home-Based Vestibular Rehabilitation Program In Posterior Semicircular Canal BPPV	400-401
Erhan KIZMAZ Sedat YİĞİT	Exercise And The Immune System: A Five-Year Review	402-409
Ezgi ERGİN, Didem KARADİBAK Ümit AKAY, Burcu AÇIKGÖZ Aytaç TERZİ, Tuğba YAVUZŞEN İlhan ÖZTOP	Comparison Of Body Composition, Exercise Capacity, Symptoms, And Quality Of Life In Pancreatic And Colon Cancer Patients With Cachexia	410-412
Assoc. Prof. Dr. Serdar ALEMDAĞ	Investigation Of Exercise Health Belief According To Body Mass Index	413-419
Furkan ÖZGÜZEL Melih ÖZTOP	Current Situation Analysis And Recommendations For City Branding In Şanlıurfa	420-422
Nida FIRAT Assoc. Prof. Dr. Metin KUŞ	The Mediating Role Of Sport In The Relationship Between Dark Tetrad Personality Traits And Nomophobia Among Physical Education Teacher Candidates	423-424
Kenan KOÇ Mustafa Soner YÜCE Hayati ARSLAN	Psychological Resilience And Mental Health: A Study On Sports Science Faculty Students	425-433
Mustafa Soner YÜCE Kenan KOÇ Bayram KARAKUŞ	Examination Of Physical Activity Levels And Healthy Eating Attitudes Of Women Practicing Pilates	434-441
Fzt. Aslınur ATALAY Assist. Prof. Dr. Tuba ZOROĞLU	The Relationship Between Health Literacy And Pain Management In Students Of The Faculty Of Health Sciences	442-446
Melisa Nur YABAN Betül Kuzubaş Emre KÜÇÜKGÖÇER Mehmet Emre TEK Assist. Prof. Dr.Suzan ONUR	The Role Of Effective Communıcatıon In The Physıcal Therapy And Rehabılıtatıon Process And Dıgıtal Applıcatıon Desıgn: E-Ftr	447-448

AUTHORS	TITLE	NO
Assist. Prof. Dr. Yusuf ÇAKIR Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI	Properties And Nutritional Importance Of Milk Fat Globule Membrane	449-459
Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI Assist. Prof. Dr. Yusuf ÇAKIR	Geographically Indicated Foods From Türkiye Registered By The European Commission	460-484
Res. Assist. Şeyma Nur ERCAN Mehmet KORKMAZ Tuğba YILDIRIM, Aycan KAYALAR, Elif ALTUN Sevda UZUN	Turkish Adaptation Of The Food Noıse Questionnaire: A Validity And Reliability Study	485-486
Kübra ÖZAYDIN AL Assist. Prof. Dr. Murat KAYA	The Effect Of Organic Foods On Human/Environmental Health And Sustainability	487-500
Assist. Prof. Dr. Murat KAYA	Evaluation Of The Replacement Of Gelatin With Agar Agar As A Stabilizer In Glaburu- Fortified Soft Confectionery	501-512
Lect. Dr. Rana BAYTİN ALACI	Marulda (Lactuca Sativa L.) Fosfor Beslenmesi: Büyüme Fizyolojisi, Stres Toleransı Ve Fosfor Kullanım Verimliliği (Pue) Üzerine Güncel Yaklaşımlar	513-523
Lect. Dr. Rana BAYTİN ALACI	Phosphorus And Its Effects On Vegetable Growth And Physıology	524-539
Özlem GÜNDOĞDU AYTAÇ Sertan AYTAÇ Lect. Dr. Emel EKİNCİ	Molecular Docking And DFT Analysis Of Lasmiditan As A Therapeutic Agent For Migraine	540-553
Mine KIRKYOL Prof. Dr.Ahmet AKKÖSE	The Effect Of Mushroom Usage As A Fat Substitute On Quality Properties Of Chicken Patties	554-561
Mine KIRKYOL Prof. Dr. Ahmet AKKÖSE	The Effect Of Using Cauliflower In Chicken Meatballs On Physicochemical, Sensory, And Textural Properties	562-568
Lect.Aliye AŞIKKUTLU Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN	Effects Of Different Ionizing Irradiation Techniques On Meat Color	569-578
Lect.Aliye AŞIKKUTLU Prof. Dr. Cemalettin SARIÇOBAN	The Effect Of Essential Oil Applications In Biopolymer-Based Active Packaging On Meat And Meat Products	579-588
Diyanet TEKİN Assoc. Prof. Dr. Fatma HEPSAĞ	Pelemir (*Cephalaria syriaca* L.) Bitkisinin Besin İçeriği	589-597
Prof. Dr. Veysi ÜNVERDİ	Mutezile'nin Tıp Sahasına Yönelik Değerlendirmeleri	598-608
Prof. Dr. Veysi ÜNVERDİ	İsrâ Hadisesi'nin Mu'tezilî Yorumu	609-614
Tuba İLHAN DALAR	To What Extent Is Rawlsian Justice Egalitarian? A Feminist Assessment	615-625
Tuba İLHAN DALAR	The Doctrıne Of Kant's Moralıty (Moralıtat) Versus Hegel's Idea Of Ethıcal Lıfe (Sıttlıchkeıt)	626-634
Cumali ÇAKAN	Reasons For The Destruction Of Nations	635-645

AUTHORS	TITLE	NO
Assoc. Prof. Dr. Ayhan IŞIK Emine Betül FAZLIOĞLU	Tradition, Identity And Politics In Islamic Thought: An Analysis Of The Milli Görüş Movement	646-667
Assoc. Prof. Dr. Ayhan IŞIK Sevgi AKÇAY	From Idea To Action: The Assassination As A Radical Movement	668-685
Dr. Ahmet AKIL	The Concept Of Istınbāṭ Among Qur'anic Commentators And Jurists: A Semantic And Terminological Analysis	686-704
Assist. Prof. Dr. Deniz TAŞKIN Resc. Assist. Dr. Serhat KAYA	Effect Of Ocimum Basilicum (L.) Extract On Total Protein Content In Model Organism *Galleria Mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae)	705-706
Zafer YAREN, Abdülhalim GÜNEŞ Deniz İRTEM KARTAL, Ayten EROĞLU	Determination Of Total Phenolic And Flavonoid Amounts In Dianthus Tabrısianus Stem Water Extract	707-709
Beyza BEDİR, Müdahhara KARACA Mustafa ÇİÇEK, Aytaç KOCABAŞ	Effects Of Salinity And Thermal Processing On The Antioxidant And Antimicrobial Properties Of Cinchona Officinalis Extracts	710-720
Assist. Prof. Dr.Uğur KARDİL Azer ÖZAD DÜZGÜN Zeynep AKAR	Antıbıofılm Effect Of Edıble And Nonedıble Parts Of Tuber Of Arum Italıcum Plant	721-727
Eda TÜRKYILMAZ, Elif Sude TİKEN, Lect. Mirsajjad ESLAMKHAH TAGHIZAD, Leyla HÜSEYNOVA, Assist. Prof. Dr. Lütfiye KARCIOĞLU BATUR	Evaluation Of Sod2 Gene Expression In Thyroid Carcinoma According To Clinical Parameters: Ualcan-Based In Silico Study	728-743
Teoman KANKILIÇ İrem Eda DİRİL İlkay CİVELEK Burcu KÖSE Gökhan YÜRÜMEZ	Investigation Of The Phylogenetic Relatıonships Of Ellobius Lutescens In The Van Population Based On The Mitochondrial D-Loop Gene	744-750
Dr. Büşra Albayrak MISIR Assist. Prof. Dr. Özge GÜNGÖR	Design And Synthesis Of A New 1,2,3-Triazole Derivative As A Potential Anti-Alzhimer Agent: Investigation Of Its ACH And BCH Inhibitory Properties	751-761
Dr. Büşra Albayrak MISIR Assist. Prof. Dr. Özge GÜNGÖR	Synthesis Of New 1,2,3-Triazole Hybrid Compound And Investigation Of A-Glucosidase Inhibition And BSA Binding Properties	762-772
Assoc. Prof. Dr. Seyit Ali GÜNGÖR Assist. Prof. Dr. Özge GÜNGÖR	Dna Binding And Molecular Docking Studies Of 1,2,3-Triazole Aldehyde-Containing Compounds	773-786
Assoc. Prof. Dr. Seyit Ali GÜNGÖR Assist. Prof. Dr. Özge GÜNGÖR	α-Glucosidase And Molecular Delivery Studies Of 1,2,3-Triazole Aldehyde-Containing Compounds	787-797
Kenan GÖK Prof. Dr. Dilek PANDIR Assoc. Prof. Dr. Zekiye KOCAKAYA	Effects Of Ag-ZnO Nanocomposites Of Usnea Barbata Lichen Species On Ht29 Cell Line Using The Comet Test	798-806
Kenan GÖK Prof. Dr. Dilek PANDIR İlayda Ünal	Biologically Derived Green Synthesis Approaches And Their Applicatıons	807-820

AUTHORS	TITLE	NO
Prof. Dr. Arif BABANLI	Conductance Of Quantum Dots With A Delta Potential Barrier	821-830
Assist. Prof. Dr. Kadir AKSU Nilsu UZUNLAR	Design, Synthesis, And Characterization Of New 1,2- Disubstituted Tetralins	831-832
Prof. Dr. Orhan ÇAKIR	Search Potential Of High Energy Hadron Colliders To Discover New Heavy Quarks	833-839
Prof. Dr. Arif BABANLI Mustafa BALCI Vepa SABYROV	Heat Capacity Of The Kane Oscillator In The Application Of Superstatistics Theory	840-846
Prof. Dr. Arif BABANLI Mustafa BALCI Vepa SABYROV	Heat Capacity Of Gaas Cylindrical Quantum DOT In Application Of Superstatistics Theory	847-853
Firdevs KUZU	The Role And Responsıbılıtıes Of Occupatıonal Health Nurses In Preventıng Workplace Accıdents	854-859
Meryem KAR Cansu POLAT DÜNYA Nurten ÖZEN	A Scopıng Revıew Of Postgraduate Theses On Dıabetıc Foot In The Fıeld Of Nursıng In Turkey	860-862
Assist. Prof. Dr. Mustafa ÖZTATLICI, Kemal ÖZBİLGİN Rukiye Betül ÇOLAKSEL Suna KARADENİZ SAYGILI Hülya ÖZTATLICI	Doxorubicin And 4-Hydroxyperoxycyclophosphamide Alter Mitochondrial Dynamics In Spermatogonia And Spermatocytes	863-864
Ph. D. Sümeyye KÖSE Assoc. Prof. Dr. Handan ÖZCAN	The Effect Of Nonpharmacological Methods Used During Episiotomy On Anxiety: A Meta-Analysis Study	865-866
Ph. D. Sümeyye KÖSE	The Effects Of The Climate Crisis And Increasing Environmental Stress On Reproductive Health And The Roles Of Midwives	867-874
Assist. Prof. Dr. Fatma İLTUŞ Yasemin TOKEM Serdar BAYATA	Effectiveness Of Basic Electrocardiography Training For Nurses	875-888
Assist. Prof. Dr. Fatma İLTUŞ Çiğdem BERK ÖZCAN	Glycemic Control In Enterally-Nutritioned Diabetic Patients	889-893
Res. Assist.Serra ACAR Seçil ÇOBANOĞLU	Preparation For General Anesthesia: Preoperative Medical Optimization In Oral And Maxillofacial Surgery Patients	894-895
Assist. Prof. Dr. Ebru ŞAHİN Lect. Ebru SOLMAZ	Virtual Reality–Supported Teaching In Undergraduate Nursing Education: Current Approaches	896-907

AUTHORS	TITLE	NO
Assoc. Prof. Dr. Ali SARIBIYIK Aysu ASLANKILIÇ, Berranur ÇETIN Berranur DÜZCAN, Ebrar ERTÜRK Esra AKARSU, İnanç AKAY Özge AKGÜLLÜ, Şenol ERDOĞAN	Lessons From Earthquakes In Turkey: An Evaluation From The Perspective Of Structural Behavior, Inspection, And Implementation	908-926
Elif Nur SELÇUK Hatice AKMAN Gökçenur ÇAKMAK Mustafa Reşit USAL	Evaluation Of Ag And Rgo-Coated Textile And Polymer Substrates For Biomedical Electrodes	927-929
Assist. Prof. Dr. Semra ŞİRİN KIRIŞ	Comparative Evaluation Of Ground Motion Parameters Based On Structural Response: A Case Study Of The 2023 Pazarcık And Elbistan Earthquakes	930-941
Assoc. Prof. Dr. Mahsum AYDIN Fatma Fehime AYDIN	Comparative Trend Analysis Of Carbon Intensity In Turkey And Germany	942-947
Timur Ozan ÖZAY Dr. Fatih YONAR	Roundabout Optimization With Signalization And Channelization Integration: An Evaluation Of Literature Findings	948-958
Lect. TURGAY TEHÇİ SAMET OĞURLU Prof. Dr. Fatih ÇALIŞKAN	Microstructural Changes Of 6000 Series Aluminum Welded By Mig Method Under Different Production Parameters	959-972
Merve BARUTCU Merve İBRAHİMOĞLU Ercümend ERSANLI	A Review Of Children Exposed To Peer Bullying And Family Relationships	973-978
Beyzanur YILMAZ ÖZTÜRK Merve İBRAHİMOĞLU Ercümend ERSANLI	The Relatıonshıp Between Perceıved Spouse Support And Depressıon, Anxıety, And Stress	979-992
Dilan GÜNEŞ Uğur BAKAY	Examining Peer Bullying In Secondary Education In Terms Of Various Factors	993-1005
Mehmet AKA Zinnur GEREK	The Effect Of Body Movements With Rhythm Training On Rhythm Perception–Application Skills And Reaction Time In Students Aged 12–13	1006-1018
Assist. Prof. Dr. Esra KEŞER Ulviye ÖZCAN YÜCE Derya ATİK, Cengiz ÖZTÜRK	The Relationship Between Phantom Earthquake Sensation And Obsession, And Disease Self-Management In Diabetic Individuals Living In An Earthquake Zone	1019-1020
Tasdemir Rabia Marina Adriana Mercioni Samfireag Miruna Suciu Oana Petre Izabella Petre Ion	Machıne Learnıng Approaches For Predıctıng Endometrıosıs Ovarıan Cyst And Rısk Assessment In Usıng Clınıcal And Bıomarker - Il6	1021-1022
Assoc. Prof. Dr. Zeliha KAYA ERTEN Evrim BAYRAKTAR	Aile İçi Şiddete Kültürel Bakış	1023-1024
Evrim BAYRAKTAR Assoc. Prof. Dr. Zeliha KAYA ERTEN Semih ULUDAĞ	Kültürel Yapı İnfertil Kadınlarda Cinsellik ve Evlilik Uyumunu Etkiler mi?	1025-1027
Assoc. Prof. Dr. Zeliha KAYA ERTEN Handan ZİNCİR	Toplumsal Cinsiyet Özellikleri Yönünden Göç	1028-1029

AUTHORS	TITLE	NO
Lect. Selami EKEN Assoc. Prof. Dr. Yusuf KAVUN	One-Year Evaluation Of Linear Accelerator Output Stability: Analysis Of Drift And Seasonal Variation	1030-1036
Assoc. Prof. Dr. Yusuf KAVUN Lect. Selami EKEN	Theoretical Investigation Of The Radiation Shielding Capacity Of Nio-Doped Photopolymer Resins Developed For The Dlp 3d Printing Process	1037-1045
Assoc. Prof. Dr. Vesile ESKİCİ İLGİN Canan AKGÜL	The Relationship Between Fear Of Surgery And Postoperative Pain And Anger Levels In Patients Hospitalized In A Breast Endocrine Surgery Clinic	1046-1056
Assoc. Prof. Dr. Fatma Dilek TURAN	Technological Approaches To Nutrition In Children: A Contemporary Review	1057-1058
Assoc. Prof. Dr. Fatma Dilek TURAN	Childhood Immunization In The Digital Era: Innovative Strategies And The Role Of Pediatric Nursing	1059-1060
Assoc. Prof. Dr Gamze SARIKOÇ Beyza KAYA	Differential Diagnosis Process In Psychiatric Symptomatology: Clinical Integration Of Structural, Functional Imaging And Electrophysiological Methods	1061-1067
Assist. Prof. Dr. Aydın SEVER Havva AYBEK	Investigation Of The Cytotoxic Properties Of The Bı-5521 Inhibitor In A Colon Cancer Cell Line	1068-1075
Havva AYBEK Assist. Prof. Dr. Aydın SEVER	A New Fructose Metabolism Inhibitor Bı-9787 In Cancer Treatment	1076-1083
Maşide HURMANLI Assoc. Prof. Dr. Emine Derya ISTER	Evaluation Of Methodological Features Of Doctoral Theses In The Field Of Nursing	1084-1106
Assoc. Prof. Dr. Arzu KARABAĞ AYDIN Zehra MERİÇ	Fatigue In Cancer Patients And Nursing Approaches To Fatigue Management	1107-1121
Assoc. Prof. Dr. Arzu KARABAĞ AYDIN Zehra MERİÇ	Pain And Nursing Approaches To Pain In Cancer Patients	1122-1138
Assist. Prof. Dr. Ece ALAGÖZ	Loneliness, Social Isolation, And Suicide Risk Among Older Adults: A Comprehensive Bibliometric Analysis (1980–2025)	1139-1140
Eungyeong Kim	Adolescent Lonelıness And Dıetary Rısk Behavıors: Explorıng Mukbang Vıewıng As A Psychologıcal Pathway	1141
Dr. Kadir Sinan ASLAN Hüseyin Hakan İNCE	Detection Of G6pd Canton, Kaiping, And Gaohe Mutations In The Diyarbakır Region	1142-1152
Beyza NACAR Hatice Gamze SOĞUKÖMEROĞULLARI Mehmet SÖNMEZ	Synthesis And Characterization Of Newly Substitutioned Pyrıdıne Rıng-Drıven Sns-Type Pıncer Lıgand And Metal Complexes	1153-1155
Fatma AĞ Prof. Dr. Bülent ALAGÖZ	Different Countries Political Perspectives On Compulsory Military Service For Women	1156-1157
Büşra AVDAN DURAK Assist. Prof. Dr. MEHTAP YALÇINKAYA	Comparative Investigation Of The Gamma-Ray Attenuation Properties Of Lead-Containing Galena (PBS) And Altaite (PBTE) Minerals	1158-1164

AUTHORS	TITLE	NO
Zafer EKER Prof. Dr. Mustafa OKUMUŞ	Investigation Of The Mesogenic Properties Of The 6ba/3aba Binary Mixture Complex	1165-1176
Buse KARAMAN, Kamile Elvin KAMBUR Selen GÜLMÜŞ Dr. Hamdi DAĞISTANLI	Pytorch Application On Condensed Matter Physics	1177
El Mostafa Benharaf, Ikram Mennas ZIDANE Zohra, Abdellah Zeroual Mohammed El idrissi	Theoretical Evaluation Of Quinoxaline Derivatives As Potential Electron Donors İn Advanced Organic Solar Cells (Oscs)	1178
Dr. Saloni SHARMA Suhani SHARMA	Gluten Sensitivity Vs. Celiac Disease: Nutritional And Clinical Perspectives	1179
Dr. Saloni Sharma Suhani Sharma	Mental Health Disorders Associated With Celiac Disease: Clinical Evidence And Pathophysiological Links	1180
Adel DELIOU, Takieddine Boukelia Samir DJIMLI, Mohamed Kemiha Abdelkader FIDJAH, Khmissi BELKAID, Meriem DEHBI	Study Of Laminated Composites Kevlar/ Epoxy Accrding A Various Criteria Of Failure	1181
Dr. Chukwuemeka G. EME	Multinational Corporations And Their Effects On Nigeria's Economic Growth And Development	1182-1192
Dr. Chukwuemeka G. EME Dr. Elikwu MICHAEL	Issues And Challenges Of Coronavirus Outbreak In Nigweia	1193
Dr. Chukwuemeka G. EME Prof. NNABUIFE, E. K. N.	Dynamic Capabilities And Firm Performance Of Selected Food And Beverages Companies In South-West Nigeria	1194-1218
Dr. Chukwuemeka G. EME	Wrongful Termination Of Contracts Of Employment In Nigeria – A Case For Reinstatement Of Private Employees	1219-1229
Dr. Chukwuemeka G. EME	A Critical Examination Of The Right To Strike In Nigeria: A Review Of Some Selected Jurisdictions	1230-1251
Soukaina AMEUR Assiya ATIF Abdellah ZEROUAL Noureddine MAZOIR	Molecular Docking, Exploring Diverse Selectivities And Mechanistic Insights İn The Cycloaddition Reaction Between 3-Benzoylpyrrolo- [1,2-A] Quinoxaline-1,2,4(5H)-Triones And Butyl Vinyl Ether	1252
Lynda FERFECHE Nadra DEBBACHE	Enhanced Photocatalytic Degradation Of Ibuprofen Using An Amorphous Zn–Fe Bimetallic Mof	1253
Ben Ahmed RAJA Gammoudi MEHREZ	Marine Fish Leeches In Tunisia: New Host Data For Trachelobdella Lubrica And Pontobdella Muricata	1254
Selka GHOUTI	Numerical Simulation Of Thermal Behaviour Of Wallboards Containing A Phase Change Material (Pcm) For The Light Envelope Of Buildings	1255
Elizabeta POPOVA RAMOVA Vladimir APOSTOLOV	Complementary And Alternative Medicine Use Among Children To Increase Mental Health	1256-1263
Poposka BILJANA, Ramov LEONID, Spasovska MARIJA Pejkovska SAVA	Pulmonary Thromboembolism After Surgical Treatment Of Knee Related Fracture. (Case Report)	1264

AUTHORS	TITLE	NO
Ramov LEONID Zdraveska MARIJA Dimitrievska DESKA	Granulomatosis With Polyangiitis (Wegener's Granulomatosis), Diagnosis And İnitial Treatment(Case Report)	1265
Haleema Azam KHAN Dr. Dilawar KHAN	The Impact Of Technological Innovation On Energy Security In South Asia	1266
Dr. Chukwuemeka G, EME	An Appraisal Of Succession Planning In Family-Owned Businesses In Nigeria: Empirical Evidence From Selected Smes In Lagos State, Nigeria	1267-1279
Dr. Chukwuemeka G, EME	Impact Of Employee Motivation On The Performance Of Manufacturing Firms In Lagos State, Nigeria	1280
Dr. Khalel -Al Hamo AL HAMDAN Dr. Salwa Al-Muhammad AL-HUSSEIN	Smart Analytics–Enhanced Educational Management And Its Impact On Learning Outcomes Quality In Syrian Universities	1281-1282
Assiya Atif Soukaina Ameur Houssine Ait Sir	Synthesis And Theoretical Design Of 6,6′-(1,3,4-Oxadiazole-2,5-Diyl)Bis (3-Chloroaniline)	1283
Prof. Dr. El Mahdi BOUABDALLI Mohamed El JOUAD, Samira TOUHTOUH, Ilyass El KADMIRI Nathalie GAUMER, Mostapha SINITI, Abdelowahed HAJJAJI	Tailoring The Structural, Physicochemical, Optical, Thermal, And Photoluminescent Properties Of Europium Doped Strontium Phosphate Glasses Synthesized Via Melt-Quenching For Photonic And Photovoltaic Applications	1284-1285
JAAYEFAR Fatima-ezzahra DAHMANI Jamila	Syzygium Aromaticum (L.) : A Spice Of Pharmacological Interest For The Central Plateau Of Morocco – Synthesis Of Biological Activities And Prospects For Valorization	1286-1287
Rajab YAHYAZADEH Zahra HASHEMPOUR	Quantum Efficiency In Gan/Ingan Solar Cells Under External Perturbation	1288-1289
Prof. Dr. Usarov U.T. Assoc. Prof. Dr. Nodirov G. Yu Nishonov U.	The Role Of Physics In A Civil Engineering University In Preparing Students To Solve Environmental Problems	1290-1292
Al Mahmud SURUJ Qiu XIAOPING Shimul Mahmud KHATAMI	Breast Cancer Detection In Digital Mammography Using A Cross-View Vision Transformer With Hierarchical Attention	1293
H. A. Kwazo, U. Z. Faruq L. G. Hassan, M. E. Sadiq M.Salihu	Structure Activity Relationship Analysis Of Betulinic Acid And Avenasterol As Bioactive Natural Products	1294
Khadija El HIMER	A Double-Blind Randomized Comparative Interventional Study On The Impact Of Regional Analgesia On Acute Postoperative Pain And Chronic Postsurgical Pain In Breast Cancer Surgery	1295

AUTHORS	TITLE	NO
Dr. Saloni SHARMA Suhani SHARMA	Adaptive Clinical Trial Designs: Improving Efficiency And Patient Outcomes	1296
Ketevan GORDEZIANI Lasha KAVELASHVILI	Water And Hydraulic Structures Engineering In Georgia: Managing Resources For The Future	1297-1310
Dr. Tahir QURESHI Dr. Dhananjay Kumar MISHRA Dr. Aakriti SHUKLA	AI Unbound: Challenges And Opportunities For International Legal Frameworks	1311-1312
Dr. Muhammad IMRAN Engr. Haseeb HASSAN	Spatiotemporal Prediction Of Air Pollutants İn Pakistan Using Machine Learning	1313
Gopa Kumar R.D., Irfan K.Y Joel Jose ANTONY Ms. Soumya VARGHESE	A Comparative Study Of Job Satisfaction In Public And Private Sector Banks With Special Reference To Sbı And Hdfc Bank	1314
Dr. Jayasree KRISHNAN	The Psychology Of Digital Spending: How E-Wallets Shape Impulsive Buying Among Young Consumers	1315
Karuna Shanker KANAUJIYA Rajat SAINI	A Review Of Policy Initiatives For Rural Development In India Since Independence	1316
Amal ERRADY, Mohamed MERZOUKI, Mohamed BOUHRIM El hassania EL, HAMZAOUI Hassane ABD-DADA	Domesticating A New Ecotype Of Sauveolens Mint Growing At In Regions With Extreme Climatic Conditions To Confirm The Causes Of Differentiation	1317
Brunilda LICAJ	Informality In The Albanian Coastal Tourism Sector: An Analysis Of Partial Client Declarations, The Bed Tax, And Beach Parcel Payments	1318
Brunilda LICAJ, Marsida ABDYL Prof. As. Dr. Mirela TASE	Uamd's Role In Tourism Workforce Development And Institutional Marketing	1319
Serhii YEROMENKO Sergiy LAVRENKO	Climate Challenges And Adaptive Technologies In Ukrainian Sunflower Seed Production	1320
Faisal AHMED, Johirul ISLAM Tasmia Jahin MIM, Iftakhar AHMAD	Crystal Violet Dye Degradation Using Monoculture And Blended Culture Bacteria Isolated From Poultry Faeces	1321
Johirul ISLAM, Faisal AHMED Tasmia Jahin MIM, Iftakhar AHMAD	An In Silico Pharmacological And Molecular Docking Approach For The Development Of Potential Inhibitors Against Ctx-M-9 Class A Beta-Lactamase From Escherichia Coli	1322

AUTHORS	TITLE	NO
Mariami MANAGADZE	The Problem Of Microplastics In Environmental Medicine	1323-1324
Ibrahim NACHIT	Numerical Simulation Of The Proton Exchange Membrane Electrolyzer Performance	1325
SNEHA Ajesh CHAUHAN	Health Informatics And Electronic Health Records	1326
Gabi DROCHIOIU	Two Different Mechanisms Involved In The Bacteriorhodopsin-Atp Synthase Biosystem In Halobacterium Salinarum Cells	1327-1328
OMISANDE Lawrence A. IMASUEN Victoria	Effects Of Crushed Periwinkle Shells On The Compressive Strength Of Hollow Sandcrete Blocks	1329
Radhika H.	Narrative Architecture In Immersive Games: Ai-Powered Story Worlds And Dynamic Player Experiences	1330
Assoc. Prof. Dr. Ho Son DAI Dr. Duong To Quoc THAI	The Internationalist Obligations Of The Ho Chi Minh City Military Specialist Group In Phnom Penh From 1979 To 1988	1331
Lobar Mukhtarova Dilshoda Chorshanbiyevna Mamatraimova	Methodology For The Formation Of Speech Competence Of Primary School Students Based On An Integrative Approach	1332-1336
Nurul Amir SYAKILA Nur Suqya RAHMA	Analysis Of Policies And Responses To The Plastic Waste Crisis In Indonesia	1337
Nurul Amira SYAKILA Abdul MAHSYAR Ihyani MALIK Nur Suqya RAHMA	Effectiveness Of Implementation Of Social Inclusion Program For Persons With Physical Disabilities At The Social Rehability Center For Persons With Physical Disabilities (Brspdf) In Makassar City Indonesia	1338-1353
Nindya Reska PUTRI Raya Shakila HANNA	Analyzing Levi Strauss & Co.'s Cash Flow, Capital Structure, and Shareholder Returns in 2024	1354-1362
Mouassa BOCHRA	Histological Assessment Of Gonadal Maturation In The Gilthead Sea Bream (Sparus Aurata) From Algerian Waters	1363
Mouassa BOCHRA	Histological And Morphological Assessment Of Gonadal Maturation In The Gilthead Sea Bream (Sparus Aurata) From Algerian Waters	1364
Mouassa BOCHRA	Histological Characterization Of Gonadal Development In Penaeus Kerathurus: Implications For Aquaculture In Algeria	1365
Shubhangi AGARWAL Avinash OJHA Lokesh GUPTA	Evaluation Of Mechanical Properties Of Pozzolanic Treated Base Pavement Layer	1366
Maria Fareed SIDDIQUI Ans Amjad, Irfa JAVAID Saman ZAHRA, Umar RAEES	Accelerating Biotherapeutics: The AI Pipeline For Antibody Design And Clinical Translation	1367

AUTHORS	TITLE	NO
E. O. FATUNMBI S. A. ODUNLAMI	MHD Heat and Mass Transfer Analysis of a Reactive Casson Nanofluid with Bioconvection on a Stretching Disk	1368
Chokri El KHADER, Mossab OUBLAL, Mustapha MARDY, Fadoua El AISAOUI, Ihsane BENSASSI, Mustapha BGHOUR, Abdeslam El FANAOUI, Mounir LOTFI	First-Principles and SCAPS-1D Simulation Analysis of a Potential Halide Double Perovskite Absorber for Photovoltaic Devices	1369
Lawal N.A. Odetunde M.W.	Investigation On The Properties And Potential Application Of Foam Concrete Using Different Mix Proportion	1370
Dinu ALEXANDRA Teodorov ALEXANDRU	Cybersecurity Partnerships and the Evolution of Cyber Diplomacy: Strategic Pathways for National and International Resilience	1371
Prof. Dr. Ivan PAVLOVIĆ	The Significance And Types Of Correct Grazing For The Purpose Of Preserving Pastures	1372
Prof. Dr. Ivan PAVLOVIĆ	IMPORTANCE OF FOREST PASTURES IN THE DIET OF DOMESTIC ANIMALS	1373
Prof. Ass. Dr. Kushtrim GASHI Muhamed SHABANI	Personalized Experiences And Recommendation Algorithms: Their Influence On Customer Satisfaction In E-Business	1374
Prof. Ass. Dr. Kushtrim GASHI Arena DURAJ	The Impact Of Information Systems On Decision-Making In Small And Medium Enterprises İn Developing Countries	1375
Natalia BOLGARI Ina ANDONI	Enhancing Students' Speaking Confidence In The English Classroom	1376
Fedi Ben DHAOU, Zeineb DAMMAK Feriel DHOUIB, Maroua TRIGUI Mondher KASSIS, Kaouthar JMAL HAMMAMI, Ali LAAMOURI Yosra MEJDOUB	Working Through Illness : The Hidden Crisis Of Presenteeism Among Nurses İn Southern Tunisia	1377-1378
Fedi Ben DHAOU, Zeineb DAMMAK Feriel DHOUIB, Maroua TRIGUI Mondher KASSIS, Kaouthar JMAL HAMMAMI, Ali LAAMOURI Yosra MEJDOUB	The Body Under Strain - Mapping Musculoskeletal Disorders Across The Nursing Workforce	1379-1380
Fedi Ben DHAOU, Zeineb DAMMAK Feriel DHOUIB, Maroua TRIGUI Mondher KASSIS, Kaouthar JMAL HAMMAMI, Ali LAAMOURI Yosra MEJDOUB	High Demands, Low Control - Occupational Stress And The Karasek Model İn Hospital Nursing	1381-1382
Fedi Ben DHAOU, Amal AYEDI Maroua TRIGUI, Fares MEZGHANI Mohamed Seddik REGAIEG, Mariam KHROUF, Ahlem KANNOU, Sana BACCOUCHE, Samer BAGHDADI Mondher KASSIS, Bassem ABID	Profiling Surgical Candidates In A North African Teaching Hospital	1383-1384

AUTHORS	TITLE	NO
Fedi Ben DHAOU, Amal AYEDI Maroua TRIGUI, Fares MEZGHANI Mohamed Seddik REGAIEG, Mariam KHROUF, Ahlem KANNOU, Sana BACCOUCHE, Samer BAGHDADI Mondher KASSIS, Bassem ABID	Beyond Fear - Unraveling The Web Of Preoperative Anxiety Through Patient Eyes	1385-1386
Fedi Ben DHAOU, Amal AYEDI Maroua TRIGUI, Fares MEZGHANI Mohamed Seddik REGAIEG, Mariam KHROUF, Ahlem KANNOU, Sana BACCOUCHE, Samer BAGHDADI Mondher KASSIS, Bassem ABID	The Informed Patient Paradox - Unmet Information Needs In The Preoperative Setting	1387-1388
Fedi Ben DHAOU, Amal AYEDI Maroua TRIGUI, Fares MEZGHANI Mohamed Seddik REGAIEG, Mariam KHROUF, Ahlem KANNOU, Sana BACCOUCHE, Samer BAGHDADI Mondher KASSIS, Bassem ABID	Beneath The Surface - Dissecting Emotional States Through State-Trait Anxiety Inventory	1389-1390
Fedi Ben DHAOU, Amal AYEDI Maroua TRIGUI, Fares MEZGHANI Mohamed Seddik REGAIEG, Mariam KHROUF, Ahlem KANNOU, Sana BACCOUCHE, Samer BAGHDADI Mondher KASSIS, Bassem ABID	Anxiety Through Multiple Mirrors - Comparing Preoperative Assessment Instruments	1391-1392
Fedi Ben DHAOU, Amal AYEDI Maroua TRIGUI, Fares MEZGHANI Mohamed Seddik REGAIEG, Mariam KHROUF, Ahlem KANNOU, Sana BACCOUCHE, Samer BAGHDADI Mondher KASSIS, Bassem ABID	From Awareness To Action - Prostate Cancer Screening Practices And Barriers In Tunisia	1393-1394
Fedi Ben DHAOU, Amal AYEDI Maroua TRIGUI, Fares MEZGHANI Mohamed Seddik REGAIEG, Mariam KHROUF, Ahlem KANNOU, Sana BACCOUCHE, Samer BAGHDADI Mondher KASSIS, Bassem ABID	The Waiting Game - Temporal Patterns In Surgical Care Pathways And Patient Flow	1395-1396
Fedi Ben DHAOU, Amal AYEDI Maroua TRIGUI, Fares MEZGHANI Mohamed Seddik REGAIEG, Mariam KHROUF, Ahlem KANNOU, Sana BACCOUCHE, Samer BAGHDADI Mondher KASSIS, Bassem ABID	What Healthcare Workers Don’t Know Can Hurt - Influenza Vaccination Knowledge Deficits Among Nursing Staff	1397-1398

AUTHORS	TITLE	NO
Fedi Ben DHAOU, Amal AYEDI Maroua TRIGUI, Fares MEZGHANI Mohamed Seddik REGAIEG, Mariam KHROUF, A hlem KANNOU, Sana BACCOUCHE, Samer BAGHDADI Mondher KASSIS, Bassem ABID	The Knowledge Gap - Understanding Prostate Cancer Screening Awareness And Its Social Determinants	1399-1400
Fedi Ben DHAOU, Amal AYEDI Maroua TRIGUI, Fares MEZGHANI Mohamed Seddik REGAIEG, Mariam KHROUF, Ahlem KANNOU, Sana BACCOUCHE, Samer BAGHDADI Mondher KASSIS, Bassem ABID	The Digital Battlefield: Understanding Cyberbullying's Grip On Tunisian Youth	1401-1402
Fedi Ben DHAOU, Amal AYEDI Maroua TRIGUI, Fares MEZGHANI Mohamed Seddik REGAIEG, Mariam KHROUF, Ahlem KANNOU, Sana BACCOUCHE, Samer BAGHDADI Mondher KASSIS, Bassem ABID	The Practice Gap - Influenza Vaccination Behaviors And Preventive Measures Among Healthcare Professionels	1403-1404
Fedi Ben DHAOU, Amal AYEDI Maroua TRIGUI, Fares MEZGHANI Mohamed Seddik REGAIEG, Mariam KHROUF, Ahlem KANNOU, Sana BACCOUCHE, Samer BAGHDADI Mondher KASSIS, Bassem ABID	Beyond The Schoolyard: Unveiling The Hidden Epidemic Of Bullying Among Tunisian Adolescents	1405-1406
Fedi Ben DHAOU, Amal AYEDI Maroua TRIGUI, Fares MEZGHANI Mohamed Seddik REGAIEG, Mariam KHROUF, Ahlem KANNOU, Sana BACCOUCHE, Samer BAGHDADI Mondher KASSIS, Bassem ABID	Epidemiological Profile and Lifestyle Habits of High School Students in Sidi Bouzid	1407-1408
Fedi Ben DHAOU, Amal AYEDI Maroua TRIGUI, Fares MEZGHANI Mohamed Seddik REGAIEG, Mariam KHROUF, Ahlem KANNOU, Sana BACCOUCHE, Samer BAGHDADI Mondher KASSIS, Bassem ABID	The Satisfaction Paradox: What Makes Tunisian Teenagers Thrive or Merely Survive?	1409-1410
TANKO, LINUS EMMMANUEL D. SAMBE EPHRAIM K. YUNANA	The Impact Of Play And Play Materıals On Cognıtıve Development In Numeracy Among Pre-Prımary School Chıldren In Kaura, Kaduna State, Nıgerıa	1411
GHAITAOUI Essama Ahmed NASSOUR Kamel NEMMICH Said GHAITAOUI Touhami OULAD NAOUI Brahim El Khalil	Influence of Multi-Port Gas Distribution Configuration on DBD Ozone Generator Performance: Comparative Analysis of Single, Dual, and Quad Inlet-Outlet Systems for Enhanced Energy Efficiency	1412-1413

AUTHORS	TITLE	NO
T. GHAITAOUI, I. ARBAOUI A. E. GHAITAOUI, S. LARIBI Ali Abderrazak TADJEDDINE Dahbi HASSANE, Youcef HALALI	Optimization Of A Hybrid System (PV-Fuel Cell) Of EnergyProduction For An İsolated Site	1414
Maria EL ANSARI, Mariame NAJEM Khalid BOURAADA, Jamal IBIJBIJEN Laila NASSIRI	Ethnobotanical Diversity of Medicinal Plants in Rural Communities of Rissani, Morocco	1415-1416
V. VISHAL Dr. S. SELVAM	The Impact of AI on the Human Element of Education: Opportunities and Ethical Challenges	1417-1419
M.DHINESH KUMAR, Dr. S. SELVAM	A Comparative Study of Astronomy and Astrology: Scientific Foundations and Conceptual Differences	1420-1424
N. SANTHOSH, B. Madhan KUMAR Dr. S. SELVAM	Neuro-Adaptive Federated Meta-Learning for Human–AI Collaboration in Distributed Systems	1425-1429
ISMAILI Mohamed, RATTAL Mourad, LYAZIDI AISSAM	The Importance Of Pulse Oximetry In The Diagnosis And Monitoring Of Human Pathologies	1430-1432
Tamanna RATHEE, Dr. Mamta RANGA, Mamta RANI	Femvertising As A Strategic Marketing Tool: A Conceptual Framework	1433
Md Rasel UDDIN Nur NAHAR	Impact Assessment On Agricultural Crop And Land For Removal Of Top Rich Soil In Brick Manufacturing At Boali Union İn Gazipur, Bangladesh	1434-1443
R. KISHORE, K. VAISHNAVI S. MEENATCHI, V. KEERTHANA	Patent Laws And Exclusıvıty In Pharmaceutıcals	1444
R. KAMALAM, M. DEVIBALA, Dr S. SELVAM	AI In Gaming: Creating Immersive Experiences	1445-1450
K. Naveen RAJAN Dr. S. SELVAM	The Limitations Of AI In Understanding Human Emotional Experience	1451-1455
P. Kavi SRI S. DHARANI Dr. S. SELVAM	AI-Based Chatbots And Virtualassisstants	1456-1460
A. JAYASREE K. Yogapriya SIVASANKARI Dr. S. SELVAM	AI Representation In Anime Vs Real-World AI Development	1461-1467
P. Sankara NARAYANAN K. Santhosh RAJA Dr. S. SELVAM	Future Of Animation: AI In 2D Anime Vs 3D CGI- A Viewer Experience Comparison	1468-1477
P. VEERALAKSHMI Dr. S. SELVAM	A Smart Automated System For Fake News Detection Using Machine Learning	1478-1483
Pr. AMZILE Rajaa	The Intersection Of Logistics, Machine Learning, And Digital Public Strategy: A Case Study Of Morocco In The Context Of “Digital Morocco 2030	1484
Assiya ATIF Soukaina AMEUR Houssine AIT SIR	Synthesis, Characterization And Computational Investigation Of 5-Chloro-2-(5-(2-Methyl-1H-Benzimidazol-5-Yl)-1,3,4-Oxadiazol-2-Yl)Aniline	1485-1486
Assiya ATIF Houssine AIT SIR	Synthesis And Characterization Of 2,5-Bis(2-(Trifluoromethyl)-1H-Benzimidazol-5-Yl)-1,3,4-Oxadiazole	1487

AUTHORS	TITLE	NO
Mst. Shamima ISLAM Abir HASAN	From Displacement to Cultivation: Historical Trajectories of Agrarian Adaptation among Rohingya Refugees in Cox's Bazar (1978–2025)	1488
N. Arshad AHAMED D. ARAVINDHAN K. Dinesh RAJAN S. Rubin THARA	Nanotechnology in Drug Delivery	1489
Unamu Emmanuel U., Adekola S.A, Musah Khadijat TOYIN, Bakare Mustapha UMAR, Sodiq Adetunji ADEKOLA	Strengthening Public-Private Partnerships for Disease Control in Nigeria: A Review of NCDCs Collaborations with Private Sector Stakeholders	1490-1491
Omar BENSATTE	Long-Term Seawater Immersion Effects on the Microstructural Stability of 304L and 316L Stainless Steels	1492
El. MAJDI, S. ZERRAF Said BELAAOUAD	Combined Experimental and Theoretical Analysis of the Physicochemical Attributes of a New Strontium Polyphosphate, α-$Sr(PO_3)_2$	1493
Gadimova Z. M.	The Vulnerabılıty Of The Bıoelectrıcal Actıvıty Of The Heart In Older Patıents To The Impact Of Covıd-19	1494-1495
Rajae Bouzidi IDRISSI Nabila ZRIRA	Enhancing Lung Cancer Classification Through Advanced Data Balancing Techniques	1496
Md. Daraj Uddin PRODHAN	Screenıng Of Chılı (Capsicum Annuum L.) Genotypes For Salt Tolerance Based On Morpho-Physıologıcal Traıts	1497
Amr R. HAIDAR, Salem Khaled ABDULRAHMAN, Abdullah Saleh ALI, Walid Abdulmalik BAJASH Amr FARHAN, Abduladeem G.M. Al-SELWI	Prevalence Of Irritable Bowel Syndrome (IBS) Symptoms Among Medical And Non-Medical Students	1498
TAJAT Naoual, EL MOUHRI Wail, El HAYAOUI Widad, NADIF Iliass, BAKAS Idriss, TAMIMI Malika, ASSABBANE Ali, QOURZAL Samir	Valorisation Of Bio-Eggshell Waste For The Synthesis Of Eco-Friendly $Caco_3$@Zn-Al Mmo Core–Shell Nanoflowers As An Efficient Photocatalyst For Enhanced Rhb Degradation Under Visible Light Irradiation	1499
E. O. FATUNMBI, S. A. ODUNLAMI	Thermal Analysis Of Marangoni-Driven Maxwell Nanofluid Flow Over A Porous Rotating Disk	1500
Prof. Dr. Sabeeha Hamza DEHHAM Assist. Lect. Murtdha Ayad MOHAMMED	The Effect Of Cultivation Strategy Of Critical Thinking In Developing Writing Skills Of College Students	1501
Mahmud Sindid IKRAM Sumiya Akter MONI	Synergıstıc Effects Of Carbon Sequestratıon On Envıronmental Sustaınabılıty And Dısease Management	1502
Md Mehedi Hasan NAEEM Mst Kamrunnahar RUMA Nafiza ANJUM, Shakila SULTANA	Lumo - An Integrated Iot-AI Safety Assistance System For Real-Time Emergency Response	1503-1504

AUTHORS	TITLE	NO
Salma CHAKIR, Reda CHAHIR, Nihal MESMOUDI, Paola INFANTE, Ludovica Lospinoso SEVERINI, Hinde AASSILA, Abdellah MOUSTAGHFIR, Lucia DIMARCOTULLIO, Naoual OUKKACHE	Antiproliferative Effect Of The Crude Venom Of Moroccan Cobra Naja Haje On Brain Cancer Cell Lines	1505
Iouknane-Debbou NEDJIMA Meriem ADOUANE Fatiha BRAHMI	Optimized Microwave Extraction Of Olive Seed (Olea Europaea L.): A Comprehensive Study Of Chemical Composition And Biological Activities	1506-1507
Ndubuisi-Okolo Purity UZOAMAKA Grace Nwanonyigwe AKAEGBOBI Nwafor Euchaira EBELE	Entrepreneurship Education Models For Empowering The Africa Girl-Child	1508
Dr. Mehwash Kashif Prof. Dr. Mehmooda Kazmi Prof. Dr. Farzeen Tanwir Prof. Dr. Shazia Akbar Fatima Mujtaba	ISOLATION, IDENTIFICATION AND PHENOTYPIC ANALYSIS OF THE ORAL BACTERIAL SPECIES FROM SUPRAGINGIVAL DENTAL PLAQUE AND THEIR ASSOCIATION WITH DIFFERENT FACTORS	1509-1510
Zineb Abeoub Samira djaknoun	PHYSICAL AND MECHANICAL PERFORMANCE OF A SUSTAINABLE GEOPOLYMER MORTAR PRODUCED FROM ALGERIAN GGBFS	1511
ELABBARI Chaimaa Pr. Labjar Najoua Pr.EL Hajjaji souad	SUSTAINABLE NITROGEN MANAGEMENT FOR REDUCING ENVIRONMENTAL IMPACTS IN AGRICULTURE	1512
Tarms Kagbala Esq	STATUTORY REMOVAL AND CONTRACTUAL PROTECTİON OF DİRECTORS UNDER CAMA 2020: A COMPARATİVE ANALYSİS OF UK AND SOUTH AFRİCAN COMPANY LAW	1513-1518
Hassan Aliyu	ADDRESSİNG AND NORMALİZİNG CHEMİCAL MİSCONCEPTİONS THROUGH TECHNOLOGY-ENHANCED INSTRUCTİONAL STRATEGİES İN THE 21ST-CENTURY CHEMİSTRY CLASSROOM	1519
VIJAY SUNDAR V Dr. M. Meena	WEARABLE POLYMER-BASED BİOSENSORS FOR HEALTHCARE	1520
FENY CHRISTOPHER J S DR. M. MEENA	SUSTAİNABLE POLYMER NANOCOMPOSİTES FOR NEXT-GENERATİON PACKAGİNG APPLİCATİONS	1521
NASHITHA M S Dr. M. Meena	SUSTAİNABLE CONSTRUCTİON MATERİALS FROM INDUSTRİAL WASTE	1522
GANDAVARAPU KAMALANI SRI DR. M. MEENA	SMART BİODEGRADABLE POLYMERS FOR ENVİRONMENTAL AND BİOMEDİCAL SUSTAİNABİLİTY	1523
LOKINA JYOTHI Dr. M. Meena	NANOMATERIALS FOR FOOD PRESERVATION AND SAFETY	1524
K GOKUL SURYA Dr. M. Meena	PHOTOCATALYTİC MATERİALS FOR WASTEWATER TREATMENT AND POLLUTİON CONTROL	1525
GANESH BAABU S Dr. M. Meena	GREEN HYDROGEN PRODUCTİON VİA ADVANCED CATALYTİC MATERİALS	1526
GAYATHRI D Dr. M. Meena	FUNCTİONAL NANOMATERİALS FOR CANCER DİAGNOSİS AND DRUG DELİVERY	1527
Ade Irma ANGGRAENI Eka AGUSTINA	A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW OF PERSONAL BRANDING ON SOCIAL MEDIA	1528-1529
Prof Sadhna Jain	PARENTİNG İN A CONTEMPORARY CHANGİNG WORLD: LESSONS FROM THE EPİC RAMAYANA	1530-1538
NAGA HARINI V K Dr. M. Meena	ELECTROACTIVE POLYMERS FOR SOFT ROBOTICS	1539
GOKUL S Dr. M. Meena	CHEMİCAL SENSOR MATERİALS FOR IOT-BASED ENVİRONMENTAL MONİTORİNG	1540

VIJAY I Dr. M. Meena	AGRO-WASTE DERİVED BİOPLASTİCS FOR SUSTAİNABLE PACKAGİNG	1541
GAAYATHRI DEVI R Dr. M. Meena	ARTİFİCİAL INTELLİGENCE ASSİSTED MOLECULAR DESİGN İN CHEMİCAL SCİENCES	1542
SATLA Zouaoui BENDINE Kouider KHERRAB Mohamed	GENETİC ALGORİTHM OPTİMİZED PID CONTROL FOR 3R ROBOTİC MANİPULATOR MODELİNG AND SİMULATİON İN MATLAB/SİMULİNK	1543-1553
Miranda Prifti	GENDER AS A DETERMİNİNG FACTOR İN ALBANİAN POLİTİCAL LEADERSHİP	1554
Dr. Vani Mathakala P. Uma Maheswari Devi	THERAPEUTİC POTENTİAL OF SEAGRASS BİOACTİVES İN INFLAMMATİON MANAGEMENT	1555
Shally TOUN	TIMES NEW ROMAN, 11 PT, BOLD HOW TO LOCALIZE EFL SPEAKING LESSONS FOR CAMBODIAN LEARNERS	1556
Tanimu BALA İbrahim ALHAJI LAWAN	HYBRID LSTM–GNN–PPO FRAMEWORK FOR ADAPTIVE RESOURCE ALLOCATION IN ENERGY-EFFICIENT 5G NETWORKS	1557
Musfikah Jannat Dr. Sajeda Sultana Dr. Sajedul Hayat	PREVALENCE & MANAGEMENT PRACTICES OF FOOD & MOUTH DISEASE (FMD) IN CATTLE IN CHANDPUR SADAR, CHANDPUR	1558
Fazirun Md Hanipah Mohd Farhan Md Ariffin	THE METHODOLOGY OF IMAM AL-NAWAWİ İN ADDRESSİNG CONTRADİCTORY AND PROBLEMATİC HADİTHS İN AL-MİNHĀJ: A CRİTİCAL ANALYSİS	1559
ACHUGAMONU Bede Uzoma NWANKWO Alexius Ndudi OMANKHANLEN Alexander Ehimare	FRAUD AND DEPOSIT MONEY BANKS' PERFORMANCE NEXUS IN NIGERIA	1560
Olga Berta Szabóné PhD	WOMEN IN THE LABOUR MARKET: ECONOMIC PERSPECTIVES ON EQUALITY AND BARRIERS	1561
Sorina Corman	OLDER ADULTS AS STRATEGIC ACTORS IN COMMUNITY DEVELOPMENT: FROM SOCIAL SERVICE BENEFICIARIES TO ACTIVE RESOURCES FOR SOCIAL COHESION AND SUSTAINABILITY	1562
Abu Kowsar Mahatir Ahmed Tusher	TIMES NEW ROMAN, 11 PT, BOLD	1563
Dr. Jayasree Krishnan	THE PSYCHOLOGY OF DIGITAL SPENDING: HOW E-WALLETS SHAPE IMPULSIVE BUYING AMONG YOUNG CONSUMERS	1564
Karrar Abdulellah Azeez Marwah Abdulkareem Mahmood Sarah esaam hasan haider naama	THE APPLYING OF FOUR-DIMENSIONS CONCURRENT ENGINEERING IN IRAQI MANUFACTURING FIRMS	1565
Dr. Silvana Nakuci	“RENEWABLE ENERGY AND THE ENERGY TRANSITION IN ALBANIA”	1566
Moses Adeolu AGOI Oluwakemi Racheal OSHINOWO Samuel Olayiwola AJAGA Oluwanifemi Opeyemi AGOI	INSTITUTIONAL READINESS FOR AI TRANSFORMATION IN EDUCATIONAL MANAGEMENT: A MIXED-METHODS ASSESSMENT	1567-1577
Altiné Toga Hannatou	EFFECTS OF PRAISE SONGS ON DOGUWA	1578
Mariam Aden Abdi Dr. Öğr.Üyesi ERCAN AYKUT	ADVANCEMENTS IN WIND ENERGY CONTROL SYSTEMS, OFFSHORE TECHNOLOGIES, AND RELIABILITY IMPROVEMENTS	1579
Sani Yakubu Khalifa Usman Idris Abubakar Nura Idris Abdullahi Aliyu Adamu Dandaje Muhammad Mujahid Muhammad	DESIGN OF BASIN IRRIGATION SYSTEM FOR PEPPER IN GONAR GANYE, TUDUN WADA, ZARIA	1580-1602
Ohajiullah	HUMAN TRAFFICKING SCENARIO IN BANGLADESH: A COMPREHENSIVE STUDY ON CHILD AND WOMEN TRAFFICKING	1603
Md Moniruzzaman David Rintu Das Md Saiful Islam,Md Shariful Islam, Md Harunor Rashid, Anuradha Bhadra	REFINEMENT OF HIGH-QUALITY SHIDOL PRODUCTION IN BANGLADESH	1604

Noorjan Mossawi	ENHANCING WOMEN'S CAPACITY TO RESPOND TO SECURITY THREATS	1606
Noorjan Mossawi	WOMEN'S RIGHTS EDUCATION IN TRADITIONAL SOCIETIES	1607
Salah Daoud Nadhira Bioud Abdelfateh Benmakhlouf	HARDNESS, FRACTURE TOUGHNESS AND DEBYE TEMPERATURE OF YTTRIUM MONOPNICTIDES YX (X = N, P, AS, AND SB) FROM ELASTIC CONSTANTS	1608-1613
Salma MAKDOUF Yasmine TABOUKTIRT Karima El Bouqdaoui Abdelhakim El Makssoudi Mounia Cherki	COMPARATIVE STUDY OF THE PHYTOCHEMICAL COMPOSITION OF FUMARIA PARVIFLORA FROM THREE REGIONS OF MOROCCO	1614
EL HANDAOUI EL MEHDI SALIM AHMED ABDERRAHIM JRIFI OMAR FANIDI	ADSORPTIVE REMOVAL OF METHYLENE BLUE ONTO ACTIVATED CARBON PREPARED FROM BAMBOO: A STUDY OF KINETICS AND ISOTHERMS	1615
Bate Garba Barde Adamu Abdullahi	WASTEWATER TREATMENT USING ALGAE FOR BIOFUEL PRODUCTION	1616
Jihane HILALI[1]*, Rochdi DAIBI[2], Anas ANAYOUB[3], Mariam BEN SAGUA[4],Lamiae ZEROUAL[5], Amina El IMAM[6], Amine ARFAOUI[1], Bouchra TAIB	NEUROBIOLOGICAL MECHANISMS THROUGH WHICH PHYSICAL EXERCISE MAY SLOW THE PATHOPHYSİOLOGY OF ALZHEİMER'S DİSEASE: A MİNİ-REVIEW	1617-1618
Zakaria ASBAI Morad Kaddouri Nadia BOUTALEB	SUSTAINABLE SOIL MANAGEMENT: HOW OMFS IMPROVE MICROBIAL ACTİVİTY AND CARBON SEQUESTRATİON	1619-1620
Fazna Fara Abdulla Iuri Migriauli	SKIN BIOSENSORS AND WEARABLE ENDOCRINE MONITORING: A NEW FRONTIER IN DERMATOLOGIC–ENDOCRINE DIAGNOSTICS	1621-1622
Fazna Fara Abdulla,	NEURODERMATOLOGY AND BANNAYAN RILEY RUVALCABA SYNDROME: INTEGRATİNG DERMATOLOGİCAL INDİCATORS, NEUROLOGİCAL RİSKS, AND EMERGING PRECISION THERAPIES	1623-1624
Narjes Asgari Vartooni Dr. Mahmoud Afrouz	THE MODERN TRANSLATOR'S TOOLKİT: THE IMPORTANCE OF MATECAT, LOKALİSE, TRADOS STUDİO, AND PHRASE	1625
Md Abul Hussain Mirza A.T.M. Tanvir Rahman Muhammad Tawhidul Islam Abdul Kader Ibne Kamal M A Taher	THE LIFE CYCLE ASSESSMENT OF SINGLE-USE PLASTIC BAGS: EVALUATING PYROLYSİS OİL AS A RECYCLİNG OPTİON OF THE CİRCULAR ECONOMY	1626
Dr. Almas Shoaib Dr. Raja Noshad Jamil Umair Khan Dr. Aisha Sami Dr. Aqila Rafique	TRANSFORMATIVE LEARNING IN HIGHER EDUCATION: UNPACKING THE ROLE OF AI TUTORS AS COLLABORATİVE PEDAGOGİCAL PARTNERS	1627
By S.Shakthi Sree D.Aravindhan S.Swapana Dr.Lavanya Babu.	GOOD MANUFACTURING PRACTICE	1628
Dr. Muhammad Nasir Uddin Muhammad Nezam Uddin	THE ROLE OF AS SUNNAH FOUNDATION IN COMBATING POVERTY AND UNEMPLOYMENT İN BANGLADESH : A REVİEW FROM THE PERSPECTİVE OF SOCİAL JUSTICE	1629-1630
BOUNEFLA Alia ZAID Haizia	DEEP LEARNING MODELS FOR FINANCIAL FORECASTING: ADVANCEMENTS, CHALLENGES, AND PRACTICAL IMPLICATIONS	1631
Olorunlogbon Sunday Olorunnipa	LEVERAGING YOUTH LED DIGITAL INNOVATION FOR SUSTAINABLE COMMUNİTY DEVELOPMENT İN RURAL AREAS: A CASE STUDY APPROACH	1632
Time Lag	AN ACCELERATED FOURTH-ORDER FİTTED NUMERİCAL APPROACH FOR SİNGULARLY PERTURBED REACTİON-DİFFUSİON PROBLEMS OF SMALL	1633
Narjes Asgari Vartooni Fatemeh Aghakhani Chegeni Mahmoud Afrouz	TRANSLATION OF CHİLDREN'S LITERATURE IN THE AI ERA: PRESERVING WONDER İN AN ALGORİTHMİC AGE	1634
Md. Safiuz Zaman Khulna	GREEN INFRASTRUCTURE FOR CLİMATE-RESILIENT URBAN GROWTH İN BANGLADESH: A CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR POLİCY AND PRACTİCE	1635

Md Syful Isla Faria Binte Arif	A QUALITATIVE STUDY ON THE SOCIAL DYNAMICS BETWEEN PHARMACY SHOPKEEPERS AND SLUM COMMUNİTİES İN SYLHET, BANGLADESH	1636
Okwor Mary IJEOMA Sodiq Adetunji ADEKOLA	Dıetary Dıversıty And Bıofortıfied Crops Among Youth And Women Farmıng Households In Gwagwalada	1637
Omolola Justinah AWOSIKA	Assessıng Potentıal Varıables Of Stress Management Among Workıng Adults Of Hıgher Instıtutıons In Ondo State	1638
Md. Najmus SAKIB, Annapurnna RAY, Faisal AHMED, Md. Sabbir HOSSAIN, Most. Surya SHARMIN, K. M. Mozaffor HOSSAIN	Identification And Antibiogram Assay Of Streptococcus Spp. Isolated From Cattle Farm Environment	1639-1640
Tasbiul Islam Jakaria Hossain Most. Olia Parvin Happy	MANAGEMENT OF ROOT-KNOT NEMATODE (Meloidogyne spp.) OF BRINJAL BY ORGANIC AMENDMENTS	1641
Talha Suhayeb Arko Nusrhat Jahan Sarker	BINDU - A NON-INVASIVE BLOOD GROUP DETECTION SYSTEM USING FINGERPRINT	1642-1653
Ranya Hajjami Ahmed rida Hajjami Amine Oubrhou Chakib Alem	THE EFFECT OF INDOLEACETIC ACID AND INDOLE-3-BUTYRIC ACID CONCENTRATIONS ON THE ROOTING AND GROWTH OF THYMUS ATLANTİCUS CUTTINGS	1654
Dr. YOGITA KAMAL Dr. ROHI RANI	Meta-analysis of Role of 21st Century skills in the filed of Education	1655
Ade Irma ANGGRAENI Marsya Amırah UFAIRAH Rezanto NURUDIN	MODERN DANCE IN TOURISM EVENTS: STRENGTHENING TOURISM EXPERIENCES, DESTINATION IMAGE, AND THE VALUE OF THE CREATIVE ECONOMY	1656-1657
Doc. Elona Hasalla Prof.As. Dr. Celjana Toti Dr. Gerta Kacani Phd. Ilda Taka Msc. Brandi Fahriu	The importance of early diagnosis and treatment of types of malocclusions in children. Collaboration between general dentist, pedodontist and orthodontist, a literature review	1658-1659
MUHAMMAD FAISAL	STRATEGİC REVİTALİZATİON OF SPECİAL EDUCATİON INSTİTUTİONS İN PAKİSTAN WİTH METHODOLOGİCAL FRAMEWORK FOR INSTİTUTİONAL TRANSFORMATİON	1660
J.Jeyavarshana Dr S.SELVAM	Ethical Challenges and Bias Mitigation in Artificial Intelligence Models	1661-1666
Dr. Li Zeng Prof. Wee-Yeap Lau	Artificial Intelligence–Enabled Risk Management in Pension Finance under Population Aging: A Governance Perspective Based on a Life-Cycle Asset–Liability Framework	1667
P C Praveen Kumar G. Tejaswini G. Shirisha G. Mamatha J. Lakshitha	DESİGN AND SİMULATİON OF A DUAL-FREQUENCY WEARABLE ANTENNA FOR SMART WATCH SUPPORTİNG NFC AND BLUETOOTH COMMUNİCATİON	1668
P C Praveen Kumar G.Sreeja, J.Sukanya J.Rupa, M.Yeswitha	DESİGN OF AN ECE-SHAPED MİCROSTRİP PATCH ANTENNA USİNG HFSS	1669
P C Praveen Kumar K. Nuthana K. Lakshmi Navya M. Geethanjali K. Mamatha	HFSS-BASED DESİGN AND PERFORMANCE ANALYSİS OF A RECTANGULAR MİCROSTRİP PATCH ANTENNA FOR ISM BAND APPLİCATİONS	1670
P C Praveen Kumar P. Keerthi M. Lalitha P. Lakshmi Deepthi P. Sujitha P. Rushitha	5G ANTENNA GAİN ENHANCEMENT USİNG A NOVEL METASURFACE	1671
Prof., PhD, Oksana Pysmenna Assoc. Prof., PhD., Svitlana MYSHKO	SOLO SONG AND VOCAL CYCLE IN UKRAINIAN MUSIC: PATHS OF GENRE EVOLUTION AND STYLISTIC SYNTHESIS	1672-1682

Burlica Sorin Ardelean Anamaria2 Furau Cristian Buleu Florina Burlica Adela Petre Izabella Petre Ion	**VITAMIN D LEVELS CORRELATED WITH HORMONAL LEVELS IN EARLY MENOPAUSE**	**1683-164**
Syed Agung Afandi Muslim Afandi Rizki Erdayani	**Strengthening Multisectoral Governance for Stunting Reduction in Indonesia: A Comprehensive Policy Analysis and International Comparative Review**	**1685-1703**
JOB, S. J. Hassan, A. A. (PhD) Prof. Gimba, R. W. Prof. Enagi, A. I	**Effects of Flipped Classroom Modes on the Retention of Pre-Service Mathematics Teachers in Colleges of Education, North-Central**	**1704**
Mohamed EL MORSY Laila AFIA	**ADVANCED PHYSICO-CHEMICAL TREATMENT OF AGRO-FOOD INDUSTRY EFFLUENTS**	**1705-1706**
Dr. Jayasree Krishnan	**Women in Decision-Making Roles: From Structural Barriers to Leadership Expansion**	**1707**
Aminu Yakubu Boyi Sani Inusa Milala	**Financial Performance of Cryptocurrency-Enabled Tokenized Real Estate Assets: An Empirical Evaluation of Liquidity, Participation, and Returns**	**1708-1713**
Prof. Dr. BELAID L'KAIHAL Prof. Dr. BOUALLALA MUSTAPHA Prof. Dr. ESSOUFI EL HASSAN	**Mathematical Study of a Thermo-Viscoelastic Contact Problem Involving a Hemivariational Inequality**	**1714**
Mohamed OUALD-MOUNTI Aziz EL GHAZOUANI Hamid SADIKI	**PRİCİNG FİNANCİAL OPTİONS UNDER UNCERTAİNTY USİNG FUZZY FRACTİONAL PDE MODELS: A HYBRİD ANALYTİCAL APPROACH**	**1715**
Mohamed AIT MOHAND Aziz EL GHAZOUANI Mhamed EL OMARI	A WEIGHTED TRIANGULAR APPROXIMATION METHOD FOR FUZZY NUMBERS	1716
Baidiaa Hafidh Mohammed Hasanain Hadi Fadhil	**STUDYİNG THE CHEMİCAL AND NUTRİTİONAL PROPERTİES OF ALMOND FLOUR AND İTS USE İN LABORATORY BİSCUİT MANUFACTURİNG**	**1717**
Suhaib Abbas Ali ABDULLAH ABDULRHMAN AL-SARRAF	**Urban Heritage as a Swarm System: The ASHL Framework for Emergent Urban Development and Decentralized Adaptation**	**1718**
PARTHASARATHI. V DEVI.R SRIRAM.R	**OPICAL SILVER NANOPARTICLES FOR WOUND HEALING MECHANISMS, EFFICACY AND FUTURE PERSPECTIVE**	**1719**
PhD. Romina RADONSHIQI Msc. Bledar RADONSHIQI	**SALARY AND COST OF LIVING IN ALBANIA**	**1720-1728**
Bakut Janet Nama Musah Khadijat Toyin Dhikroh Oriyomi Adekola Adekola Saheed Ayodeji Obande Ifeoma Elizabeth, Sodiq Adetunji Adekola	**PREVALENCE AND PSYCHOSOCİAL IMPACT OF LONELİNESS AND SOCİAL ISOLATİON ON THE WELL-BEİNG OF OLDER ADULTS: A SYSTEMATİC REVİEW**	**1729**
MSc. Islam ZUZAKU PhD. Cand, Prof. Dr. Skender DEMAKU MSc. Arbnorë ALIU MSc. Donika SYLEJMANI	**THE ECOLOGICAL RISK OF CONTAMINATION WITH TOXIC METALS IN THE SOILS, WASTE AND ASH, AROUND THE "TREPÇA" COMPLEX, THE "KOSOVO" THERMAL POWER PLANTS AND THE NEW FERRONICKEL COMPLEX**	**1730**
K.PRASANNA DEVI B.KOPIKA Dr.S.Selvam	**URBAN INTELLİGENCE: AI-DRİVEN COGNİTİON FOR ADAPTİVE Cİ**	**1731**
DHARANI.M, KIRTHIKA.C Dr.S.Selvam	**From Prompts to Programs: The Rise of Intelligent AI-Driven Coding Assistants"**	**1732-1744**
S. Reashm Dr. S. Selvam	**Design and Implementation of AI-Integrated Enterprise Systems**	**1745-1749**
P C Praveen Kuamr A Aliya Kousar B Geetha B Jahnavi B Gagana Tripura	**A COMPACT ECE-SHAPED MİCROSTRİP ANTENNA FOR 5 GHZ WİRELESS APPLİCATİONS**	**1750**

AUTHORS	TITLE	NO
P C Praveen Kumar S. Vishnu Priya R. Udaya Bhanu M. Indhu J. Janaki	Design and Performance Analysis of a Compact Microstrip Patch Antenna for 2.4 GHz Wi-Fi Applications	1751
P C Praveen Kumar S. Swarna K. Manasa K. Meghana, Nandhini	Design and Simulation of a Rectangular Microstrip Patch Antenna for Wi-Fi Communication	1752
P C Praveen Kumar, P.Maneesha S.Hafizun N.Wagdeevee P.Pushpanjali	HFSS-Based Design and Performance Analysis of a Rectangular Patch Antenna	1753
P C Praveen Kumar S. Swarna, K. Manasa K. Meghana, Nandhini	Design and Simulation of a Rectangular Microstrip Patch Antenna for Wi-Fi Communication	1754
P C Praveen Kumar, Paladi Manikanta, Cirimala Hemanth Kumar, B.Lakshmi Ranga Reddy, B.Hari Rama Raju	Design and Analysis of a Wideband Microstrip Patch Antenna for 5G Applications	1755
.V. Jahnavi Reddy G. Hima Bindu, M. Mahitha, C. Navya	DESİGN OF A RECTANGULAR MİCROSTRİP PATCH ANTENNA USİNG HFSS	1756
Bibi Sayeda Sayedi Nasrin Ziayee	ANALYZİNG PSYCHOLOGİCAL CHALLENGES AND SOCİO-CULTURAL DYNAMİCS İN BADAKHSHAN	1757-1758
Suganthi P J Dhyanesh Divya B Divya Dharshini V Divya P Gandavarapu Kamalani Sri	Ordinary Differential Equations-Based Modeling for Real-Time Engineering and Computing Problems	1759
Suganthi P Aarthi I Agalya A Aishwarya S Ananya R	Role of Matrices in Modern Computing Applications	1760
Suganthi P	Practical Use of Volume Integrals for Material Estimation in Engineering Systems	1761
Suganthi P	Role of Probability in Modern Computing Systems	1762
Sanjay Kumar Pintu Das	Reactive solute transport in semi-infinite heterogeneous aquifers: Analytical and Numerical solutions with Peclet-dependent dispersion	1763
Yuda Ferdiawa Christine Wulandari Dadang Trianahadi Hari Kaskoyo	The Influence of Price and Production Factors of Damar Mata Kucing (Shorea javanica) on Farmer Income in Pesisir Barat Regency	1764-1772
Youness Tahiri Hassan Haddouchy Mustapha Oukbab Salah Eddine El Qouatli Rachida Najih Abdelilah Chtaini	Development of an Electrochemical Biosensor for the Treatment of Scaling in the Presence of Herniaria Hirsuta	1773

AUTHORS	TITLE	NO
Dr.Venet Shala Dr.Demir Lima Mr.sc.Halil Hasani	HUMAN RESOURCE MANAGEMENT AS A STRATEGİC DRİVER OF SUSTAİNABLE BUSİNESS GROWTH	1774
Mrs.E.Elavarasi J.Jayadurka Ardhrasunil Sudharsan.C Karthik.S	-Vitro Anticancer Potential of Ethanolic Extract of Camellia sinensis Leaves on Cervical Cancer (HeLa) Cells	1775
Yawer Ahmad Mir Sadaf Mushtaq Nasti	Rewriting Authorship: Artificial Intelligence and the Future of Literary Imagination	1776
Yawer Ahmad Mir Sadaf Mushtaq Nasti	Digital Humanities and the Changing Landscape of English Literary Studies	1777
Udevbure, Bola Khadijat Musah Khadijat Toyin Adekola S.A Bakare Mustapha Umar Sodiq Adetunji Adekola	BEHAVIOURAL PATTERNS OF INTERNET ADDICTION AMONG TEENAGERS IN NIGERIA	1778-1779
Harshita Marwal Dr. Swati Joshi R. Y. Hiranm	MULTİSECTORAL BİOTECHNOLOGİCAL APPLİCATİONS OF BACTERİOPHAGES İN COMBATİNG ANTİMİCROBİAL RESİSTANCE	1780
Assoc. Prof. Gergana Gozanska	The Word “Communications” in the International Human Rights Treaties Adopted by the UN General Assembly and Its Bulgarian Translation	1781
Loichita Adrian1, Samfireag Miruna1, Oros Dacian1, Mirica Nicoleta Petre Izabella1, Petre Ion1	THE IMPACT OF THROMBOCYTOPENIA IN PREGNANT WOMEN DIAGNOSED WITH THROMBOPHILIA	1782
Farhad Maryan Saputra Kehutanan Ilmu Pemerintahan Taman Hutan Raya Wan Abdulrachman	PERAN PENYULUH KEHUTANAN DALAM MENDUKUNG PENINGKATAN PENDAPATAN MASYARAKATA SEKITAR HUTAN (STUDY KASUS TAMAN HUTAN RAYA WANABDULRACHMAN)	1783
Sabrina Roguai	study OF TIN OXIDE THIN FILMS DEPOSITED BY ULTRASONIC SPRAY PYROLYSIS FOR ENHANCED PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS	1784
Loichita Mihai Petre Ion Suciu Oana Bobora Razvan Furau Alexandru-Marius Petre Izabella	CHARLSON COMORBIDITY INDEX IN ENDOMETRIAL LESIONS	1785
Amara Sahraoui	Study of crime and deviation, family relations in the city and their role in the spread of violence in it	1786-1794
Samar Jamal Hassan Mahmoud Prof Ts. Dr. Noor Maizura Binti Mohamad Noor Dr. Zuriana Abu Bakar	ADAPTIVE USABILITY MODEL FOR E-TRANSPORTATION ACCESSIBILITY"	1795-1796
Doctor RAHMOUNI Hanane	VIEW ON IMPROVING RECRUITMENT CRITERIA FOR A UNIVERSITY ENTRY-LEVEL STUDENT.	1797-1798

AUTHORS	TITLE	NO
J. Salai Thillai Thilagam	WEARABLE MONOPOLE MİCROSTRİP ANTENNA FOR SPECİAL APPLİCATİONS	1799
Adesanmi, Moses Ademola	A STUDY OF IRONY AND SATİRE AS STYLİSTİC TOOLS İN THE REPRESENTATİON OF RACE AND IMMİGRATİON İN CHİMAMANDA ADİCHİE'S AMERİCANAH	1800
Dr. Mulikat Folashade Usman Sani Fadilat Bello	ON THE FACTORS OF ENTREPRENEURIAL FAILURE: A STUDY OF CAUSES AND CONSEQUENCES	1801

A DATA-DRIVEN APPROACH TO ANOMALY DETECTION IN SMART METERS USING MACHINE LEARNING METHODS: A COMPARATIVE ANALYSIS

Önder CİVELEK
Karadeniz Technical University, Trabzon Vocational High School, Department of Electronic and Automation, Trabzon-Türkiye
ORCID: 0000-0001-5893-8630

ÖZET

Elektrik tüketiminde meydana gelen anomalilerin doğru ve zamanında tespit edilmesi, akıllı şebekelerde enerji verimliliğinin artırılması, kayıp-kaçak oranlarının düşürülmesi ve güvenlik tehditlerinin önlenmesi açısından kritik bir öneme sahiptir. Günümüzde enerji altyapılarının dijitalleşmesiyle birlikte tüketim verileri yüksek çözünürlükle takip edilebilmekte ve bu verilerin modellenmesi, anomali tespiti çalışmalarında daha karmaşık makine öğrenmesi yöntemlerinin kullanılmasını gerekli kılmaktadır. Bu çalışmada, elektrik tüketimi ile birlikte sıcaklık, nem, rüzgar hızı gibi meteorolojik değişkenler ve zaman bileşenleri kullanılarak çok değişkenli bir veri seti üzerinde 29 farklı makine öğrenmesi modeli sistematik biçimde karşılaştırılmıştır. Karar ağaçları, lojistik regresyon, destek vektör makineleri (SVM), farklı mesafe metrikleriyle yapılandırılmış KNN varyantları, topluluk öğrenme yöntemleri ve yapay sinir ağları dâhil olmak üzere geniş bir algoritma grubu değerlendirilmiştir. Deneysel sonuçlar, Fine Gaussian SVM modelinin doğrulama aşamasında %97.25 ve test aşamasında %97.71 doğruluk elde ederek en başarılı model olduğunu göstermektedir. Ayrıca test datası üzerine ROC eğrisi analizi bu modelin 0.9965 AUC değerine ulaştığını ortaya koymuş, bu durum modelin sınıflar arasındaki ayrım gücünün oldukça yüksek olduğunu teyit etmiştir. Karmaşıklık matrisine göre yanlış sınıflandırmaların oldukça düşük olması, modelin hem yanlış pozitif hem yanlış negatif oranlarını etkili şekilde kontrol edebildiğini göstermektedir. Ayrıca Subspace KNN ve Bagged Trees modelleri de yüksek doğruluk değerleriyle dikkate değer alternatif yöntemler olarak öne çıkmıştır. Elde edilen bulgular, enerji yönetim sistemlerinde anomali tespiti için uygun model seçiminin kritik olduğunu ve makine öğrenmesi yöntemlerinin performans açısından belirgin farklar sergileyebildiğini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Makine öğrenmesi, anomali tespiti, akıllı sayaç, destek vektör makineleri, karmaşıklık matrisi

MAKİNE ÖĞRENMESİ YÖNTEMLERİ KULLANARAK AKILLI SAYAÇLARDA ANOMALİ TESPİTİNE VERİ ODAKLI BİR YAKLAŞIM: KARŞILAŞTIRMALI BİR ANALİZ

ABSTRACT

Accurate and timely detection of anomalies in electricity consumption is critically important for increasing energy efficiency in smart grids, reducing non-technical losses, and preventing security threats. With the digitalization of modern energy infrastructures, consumption data can be monitored at high resolution, and modeling such data requires the use of more sophisticated machine learning methods for anomaly detection. In this study, a multivariate dataset was constructed using electricity consumption together with meteorological variables such as temperature, humidity, and wind speed as well as temporal components, and 29 different machine learning models were systematically compared. A broad group of algorithms was evaluated, including decision trees, logistic regression, support vector machines (SVM), KNN variants configured with different distance metrics, ensemble learning methods, and artificial neural networks. Experimental results show that the Fine Gaussian SVM model achieved the highest performance, reaching an accuracy of 97.25% during validation and 97.71% on the test set. ROC curve analysis on the test data revealed an AUC value of 0.9965, confirming the model's strong discriminative capability between classes. The confusion matrix indicates very low misclassification rates, demonstrating the model's effective control over both false positive and false negative predictions. Subspace KNN and Bagged Trees also achieved high accuracy, emerging as noteworthy alternative methods. Overall, the findings highlight that selecting an appropriate model is critical for anomaly detection in energy management systems and that machine learning methods may exhibit substantial performance differences.

Anahtar Kelimeler: Machine learning, anomaly detection, smart meter, support vector machines, confusion matrix

1. INTRODUCTION

With the digital transformation of energy infrastructures, high-resolution consumption data collected through smart meters has become central to energy management systems. While this extensive data flow contributes significantly to critical decision-making processes—such as demand forecasting, maintenance planning, and non-technical loss detection—it simultaneously introduces various security and reliability risks. Anomalies observed in smart meter data may serve as early indicators of serious operational problems, including meter

malfunction, transmission failures, measurement errors, electricity theft, or manipulation resulting from cyberattacks. However, electricity consumption behavior is influenced by multiple external variables—such as temperature, humidity, calendar cycles, and user habits—making it challenging to mathematically define deviations from normal consumption profiles in a consistent manner. Traditional statistical approaches are limited in capturing high-dimensional and nonlinear data patterns, leading to high false alarm rates in accurately classifying complex anomaly types. In this context, machine learning-based methods offer significant advantages due to their ability to automatically learn latent relationships in multivariate time-series data, classify diverse anomaly types, and adapt to emerging attack or failure patterns. Thus, developing machine learning-based systems for anomaly detection in smart meter data has become a critical research direction for ensuring energy security, operational efficiency, and infrastructure sustainability.

A review of the literature on anomaly detection in smart meter data using machine learning methods indicates that anomalies often arise from multidimensional causes. Several studies address consumption drops caused by intentional acts such as energy theft or illegal use. Common examples include magnetic tampering, meter bypassing, and deliberate manipulation of metering accuracy. Classification models such as Random Forest and ExtraTrees have been employed for theft detection, while K-Means has been used for consumption pattern segmentation, and SMOTE has been applied for class rebalancing. Additionally, models trained on consumption trends can predict meter failures and optimize maintenance scheduling (Venkatakrishnan et al., 2025).

Hardware-based issues arising from sensor malfunction, miscalibration, battery failure, or communication module errors may produce sudden spikes, abrupt fluctuations, or noisy signals, leading to technical anomalies. A study utilizing time-series data from smart meters proposes a two-stage approach in which temporal dependencies are extracted using BiLSTM and subsequently classified via a Random Forest model (Kaur et al., 2025).

The literature also emphasizes communication-based anomalies, such as packet loss, timestamp mismatches, delays, and duplicated data. Behavioral anomalies—including unexpected shifts in user patterns, deviations from historical consumption, and context-inconsistent usage increases—are analyzed using time-series techniques. Time-series-oriented anomalies such as trend breaks, deviations from seasonality, or sudden peaks are likewise widely investigated.

In this context, the present study emphasizes the importance of anomaly detection in real-time smart meter energy consumption, which is influenced by multiple exogenous factors such as temperature, humidity, building characteristics, and user habits. A study aimed at detecting abnormal energy consumption in conventional meters proposed a machine learning-based optimized Extreme Gradient Boosting model. Evaluations on a large-scale anomaly dataset demonstrated that the proposed OXGBoosting method outperformed previous approaches in terms of accuracy, precision, recall, F1 score, and AUC metrics (Alzubaidi et al., 2024).

In recent years, anomalies associated with cyberattacks—particularly false data injection (FDI) attacks—have become prominent in smart grid infrastructures. Such attacks compromise system security by manipulating consumption data through malicious data injection. A study proposing a novel anomaly detection framework to improve the identification of FDI attacks observed in advanced metering infrastructure addresses the high false alarm rates and limited generalization capabilities of traditional methods. The proposed model performs feature extraction via an autoencoder and subsequently classifies attacks using a multilayer perceptron. Experimental results demonstrate that the approach achieves approximately 25% higher detection accuracy, lower false positive rates, and stronger generalization across different attack categories compared to existing models. Average performance metrics were reported as 92% accuracy, 91% recall, and 97% AUC, highlighting the potential of the proposed framework in strengthening cybersecurity in smart grid environments (Ahmad et al., 2025). Another study proposes an optimized lightweight ConvLSTM-based model to detect energy theft caused by FDI attacks in smart grids using smart meter data. Comparative evaluations against several machine learning methods under seven types of FDI attacks showed that the model achieved the best performance with an accuracy of 91.3%. The results demonstrate that the proposed approach can enhance the reliability of smart grid operations and reduce financial losses for energy providers (Alkuwari et al., 2025).

A further study addresses the vulnerability of the complex, multi-layered communication infrastructure in smart grids to cyberattacks by presenting a deep learning–based communication anomaly detection approach for power systems. Utilizing smart meter data, the method employs an improved flow-direction algorithm for feature weighting during feature selection and feeds the selected features into an adaptive residual RNN architecture incorporating extended gated recurrent units. This framework aims to strengthen detection performance against cyber-induced anomalies in grid communication (Yu et al., 2024).

Studies addressing the detection of structural, technical, and cyber-induced anomalies in smart grids propose advanced deep learning–based approaches to overcome the limitations of classical methods. In one such study, heterogeneous data collected from smart meters and auxiliary systems are first processed through an optimized feature selection procedure, after which a residual and dilated gated recurrent neural architecture is employed to model temporal dependencies. The proposed Adaptive Residual Recurrent Neural Network with Dilated Gated Recurrent Unit (ARRNN-DGRU) performs anomaly classification by capturing both temporal correlations and distortions in complex data distributions. Another study highlights that the increasing complexity of data in smart grids renders traditional anomaly detection techniques inadequate, and introduces a hybrid V-LSTM framework combining a variational autoencoder (VAE) and long short-term memory (LSTM) networks. While the VAE extracts representative multi-source features from consumer usage data, the LSTM component learns temporal dependencies to achieve high anomaly detection accuracy (Ravinder et al., 2024).

A further study proposes a deep reinforcement learning–based framework that integrates convolutional neural networks for hierarchical feature extraction with recurrent neural networks for modeling temporal dependencies. Hyperparameter tuning of the model is performed using an extended variant of the artificial bee colony algorithm incorporating non-dominated sorting principles with multi-objective optimization capability. The proposed deep reinforcement learning non-dominated sorting artificial bee colony (DRL-NSABC) architecture demonstrates high accuracy, low variance, fast convergence, and low false alarm rates in experimental evaluations conducted on various smart grid datasets (Nevisi et al., 2025).

Another work proposes a semi-supervised machine learning method based on the Transductive Support Vector Machine (TSVM) to automate anomaly detection in smart energy meters. To mitigate the high false alarm rates and manual inspection costs associated with fully unsupervised methods, suspicious meters are first identified through an unsupervised screening process, after which limited manual inspection is used to obtain a small amount of labeled data. The joint use of labeled and unlabeled samples enables the TSVM model to learn more accurate decision boundaries, thereby improving anomaly detection performance (Liu et al., 2024).

The present study aims to identify the most robust anomaly detection model by leveraging a wide range of machine learning techniques. The analyzed dataset contains not only energy consumption values but also temperature, humidity, wind speed, historical consumption, and monthly statistical metrics (mean and standard deviation). This comprehensive approach

enables the detection of contextual anomalies. Rather than relying on a single algorithm, 29 different models with distinct hyperparameter configurations are evaluated and compared on the same dataset. An overview of the methodology applied in this study is conceptually depicted in Fig. 1.

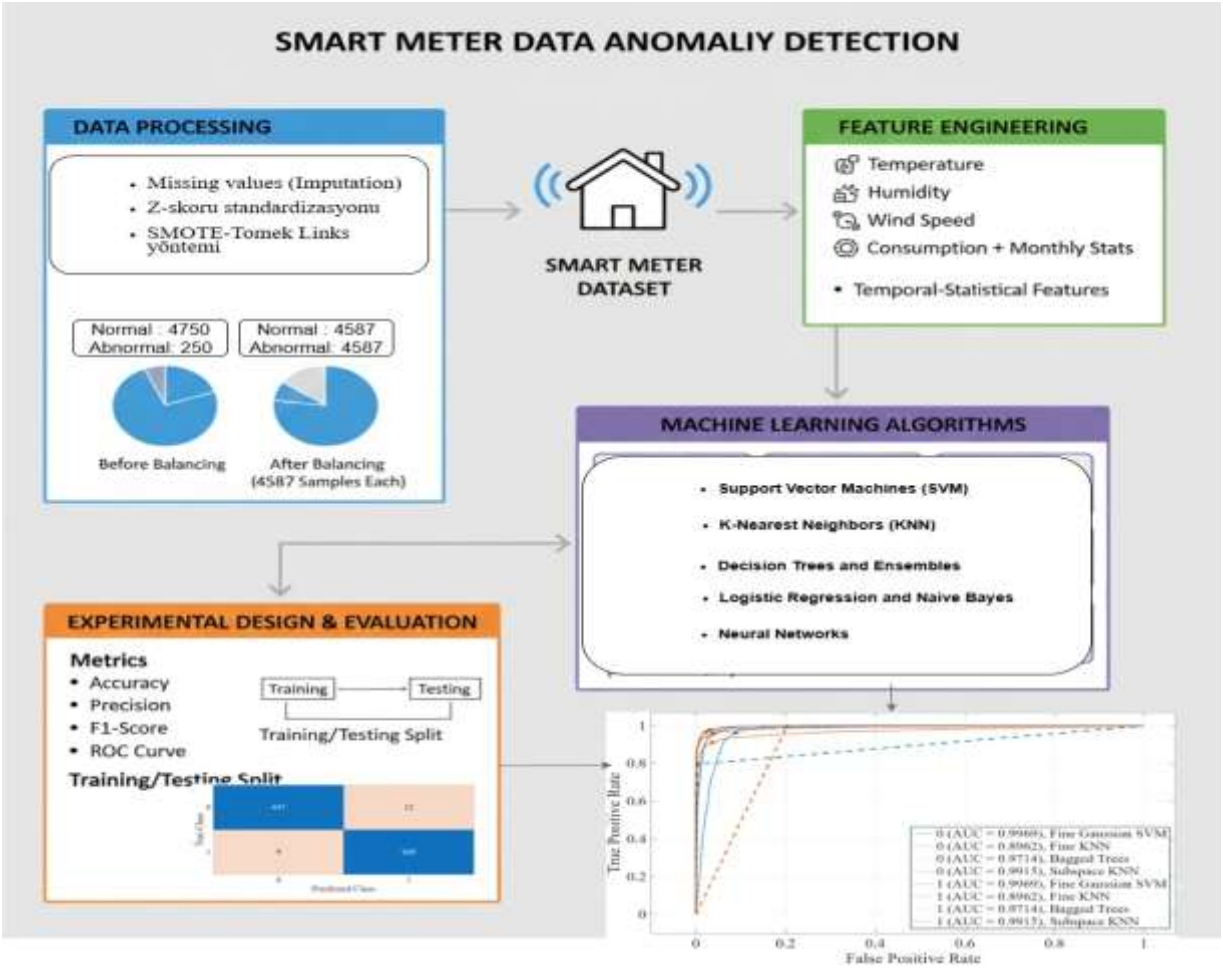


Fig. 1. Conceptual overview of the methodology employed in this study.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Data Processing

In this study, the smart meter dataset includes electricity consumption values, meteorological conditions, historical consumption statistics, and anomaly labels (Electricity Dataset, 2023). The data have a temporal resolution of 30 minutes and are structured to support both operational analytics and the training of machine learning models for anomaly detection. Considering the sensitivity of consumption behavior to temporal and environmental factors, additional variables—such as temperature, humidity, wind speed, historical average consumption, and monthly statistical indicators—were incorporated into the feature space. This contextual

enrichment enables consumption patterns to be interpreted not only in terms of usage quantity but also within their environmental and behavioral context. As part of the data preprocessing pipeline, missing observations were first identified and imputed using the arithmetic mean of the corresponding feature to prevent adverse effects on model performance. To balance the influence of variables measured on different scales, Z-score standardization, whose formulation is given in Equation 1, was applied. This method expresses how many standard deviations each observation deviates from the mean, thereby mitigating bias arising from scale differences. Such scale transformation is particularly critical for distance-based machine learning algorithms.

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma} \quad (1)$$

Initially, the dataset exhibited a class imbalance, with 4,750 samples labeled as normal and 250 labeled as abnormal. Since such imbalance hinders the model's ability to adequately learn the minority class, the SMOTE–Tomek Links hybrid resampling technique was applied. This approach simultaneously generates synthetic minority samples and removes noisy boundary instances, resulting in a balanced dataset with 4,587 samples for each class. Ensuring class balance mitigates systematic bias and aims to enhance the anomaly detection performance of the models. The labeled dataset consists of 9,178 observations, with an Anomaly_Label variable assigned to each record, enabling the study to be conducted within a supervised learning framework. This structure allows the models to learn normal and abnormal consumption patterns directly from examples, contributing to more reliable anomaly detection outcomes.

The feature set used for analysis is categorized into three groups: consumption-based indicators, meteorological variables, and temporal–statistical attributes. This comprehensive feature engineering process ensures that the multidimensional nature of consumption behavior is accurately represented within the models.

2.2. Machine Learning Methods

In this study, a broad spectrum of machine learning methods including linear, non-linear, statistical, and neural network-based approaches was evaluated for anomaly detection in smart meter data. The classification methods employed comprised decision trees, support vector machines (SVM), logistic regression, Naive Bayes classifiers, k-nearest neighbors (KNN), ensemble learning techniques, and artificial neural networks. Decision tree-based approaches

(Fine, Medium, and Coarse Trees) perform class separation by recursively partitioning the feature space according to sequential decision rules, whereas logistic regression models predict binary classification probabilities via the logit function. Support vector machines, extended through the use of kernel functions (Linear, Quadratic, Cubic, Gaussian, and Kernel), determine decision boundaries in high-dimensional feature spaces according to the maximum-margin principle. Bayesian approaches model patterns within the data distribution based on conditional probability calculations, while KNN algorithms (Fine, Medium, Coarse, Cosine, Cubic, and Weighted) classify instances according to distance metrics between samples. Additionally, ensemble models such as Boosted Trees, Bagged Trees, Subspace methods, and RUSBoost aim to enhance generalization performance by aggregating outputs from multiple classifiers. Finally, artificial neural network architectures with varying numbers of layers and neurons (Narrow, Medium, Wide, Bilayered, and Trilayered Neural Networks) were evaluated to capture complex consumption behaviors. This diversity of methods enables a comparative assessment of performance under different learning assumptions, including whether class separation is linear, the statistical distribution of features, the sensitivity of distance-based metrics, and the complexity of decision boundaries in high-dimensional spaces. Consequently, the study aims to identify the most effective machine learning approach for detecting anomalies in smart meter datasets.

In the study, a total of 29 model configurations were implemented across six primary categories:

Support Vector Machines (SVM): Kernel-based methods, including Linear, Quadratic, Cubic, and Fine Gaussian, were evaluated. For the Fine Gaussian SVM model, the kernel scale was set to 0.83.

K-Nearest Neighbors (KNN): Distance metrics such as Euclidean, Cosine, Cubic, and Weighted were employed. The Subspace KNN model was optimized with 30 learners and a 6-dimensional subspace parameter.

Decision Trees and Ensembles: Methods including Fine Tree (100 splits), Bagged Trees (30 learners), Boosted Trees (AdaBoost), and RUSBoosted Trees were examined.

Neural Networks: Architectures evaluated included Narrow, Medium, Wide (100 neurons), Bilayered, and Trilayered (10-10-10 neurons), all trained using the ReLU activation function.

2.4. Performance Evaluation Criteria

The performance of the machine learning models was evaluated using standard classification metrics, including Accuracy, Precision, Recall, F1-Score, ROC Curve, and Confusion Matrix,

as presented in Table 1. Accuracy represents the proportion of correctly classified instances to the total number of instances. Precision indicates the proportion of true positive predictions among all positive predictions. Recall (sensitivity) reflects the model's ability to correctly identify actual positive instances. The F1-Score, defined as the harmonic mean of Precision and Recall, provides a more reliable performance measure in cases of class imbalance. The ROC Curve visualizes the trade-off between the true positive rate and false positive rate across different classification thresholds. Finally, the Confusion Matrix presents the counts of true positives, true negatives, false positives, and false negatives, enabling a detailed analysis of model performance.

Table 1. Metrics utilized to assess the performance of the Machine Learning Methods

Metric	Description	Formula
Accuracy	Proportion of correctly classified instances among all samples	(TP + TN) / (TP + TN + FP + FN)
Precision	Proportion of predicted positives that are truly positive	TP / (TP + FP)
Recall (Sensitivity)	Proportion of actual positives correctly identified	TP / (TP + FN)
F1 Score	Harmonic mean of Precision and Recall	2 × (Precision × Recall) / (Precision + Recall)
ROC Curve	Graph of TPR vs. FPR across decision thresholds	TPR = TP/(TP+FN), FPR = FP/(FP+TN)
Confusion Matrix	Matrix comparing predicted vs. actual classifications	Contains TP, TN, FP, FN values

3. RESULTS AND DISCUSSION

The dataset used in this study was divided into training and testing subsets, with 10% of the data reserved as an independent test set to evaluate model performance. During the training process, 5-fold cross-validation was applied to enhance model generalizability and mitigate the risk of overfitting. The classification performance of the models was quantitatively assessed using Accuracy, Precision, Recall, and F1-Score metrics. Additionally, Receiver Operating Characteristic (ROC) curves were plotted, and the area under the curve (AUC) was calculated to provide a more comprehensive evaluation of the models' ability to distinguish the positive class. For visual performance analysis, Confusion Matrices and ROC curves were generated for both the cross-validation validation results and the independent test set. This comprehensive evaluation process aimed to reveal the consistency and generalizability of the models across both training and testing phases.

Table 2 presents a comparative overview of the performance metrics of the 29 machine learning models evaluated on the validation and test sets. The results clearly demonstrate substantial performance differences among the algorithms. Notably, the Fine Gaussian SVM model achieved the highest performance, exceeding approximately 97% in Accuracy, Precision, Recall, and F1-Score across both validation and test stages. It was followed by the Subspace KNN model (97.60% test accuracy) and Bagged Trees (93.68% test accuracy). In contrast, linear models, including Logistic Regression and Linear SVM, exhibited lower performance, ranging between 55% and 58%. Furthermore, it was observed that the choice of kernel function, distance metric, and hyperparameters significantly impacted the performance of KNN and SVM algorithms. Overall, the results indicate that non-linear models and ensemble methods provide higher discriminative capability for complex and heterogeneous high-dimensional consumption data and are strong candidates for real-time energy monitoring applications aimed at anomaly detection.

Table 2. Performance results of the Machine Learning Methods

Model Type	Validation %				Test %			
	Acc.	**Prec.**	**Rec.**	**F1**	**Acc.**	**Prec.**	**F1**	**Rec.**
Fine Tree	76,71	79,71	76,71	76,11	73,5005	79,81	72,01	73,50
Medium Tree	66,17	71,62	66,17	63,89	66,4122	71,45	64,33	66,41
Coarse Tree	59,91	66,26	59,91	55,57	58,5605	65,00	53,61	58,56
Efficient Logistic Regression	56,03	56,04	56,03	56,03	58,1243	58,18	58,05	58,12
Efficient Linear SVM	56,03	56,09	56,03	55,94	57,1429	57,30	56,93	57,14
Kernel Naive Bayes	63,54	64,13	63,54	63,15	64,1221	64,91	63,65	64,12
Linear SVM	55,86	55,92	55,86	55,77	57,361	57,51	57,16	57,36
Quadratic SVM	64,80	65,86	64,80	64,20	64,1221	65,27	63,45	64,12
Cubic SVM	72,67	73,44	72,67	72,44	71,5376	72,17	71,34	71,54
Fine Gaussian SVM	**97,25**	**97,26**	**97,25**	**97,25**	**97,7099**	**97,71**	**97,71**	**97,71**
Medium Gaussian SVM	75,45	76,61	75,45	75,18	73,5005	74,81	73,15	73,50
Coarse Gaussian SVM	60,34	61,09	60,34	59,67	59,542	60,46	58,65	59,54
Fine KNN	89,63	91,26	89,63	89,52	91,385	92,52	91,33	91,38
Medium KNN	76,61	83,40	76,61	75,36	81,1341	85,04	80,60	81,13

Coarse KNN	62,16	65,42	62,16	60,04	64,5583	68,68	62,51	64,56
Cosine KNN	78,51	84,24	78,51	77,58	82,7699	85,94	82,39	82,77
Cubic KNN	75,92	82,98	75,92	74,56	80,4798	84,89	79,85	80,48
Weighted KNN	80,86	86,03	80,86	80,15	82,6609	87,13	82,13	82,66
Boosted Trees	76,49	76,77	76,49	76,43	77,2083	77,45	77,16	77,21
Bagged Trees	93,67	93,79	93,67	93,66	93,675	93,79	93,67	93,68
Subspace Discriminant	56,20	56,21	56,20	56,20	57,7972	57,83	57,76	57,80
Subspace KNN	95,99	95,99	95,99	95,99	97,6009	97,60	97,60	97,60
RUSBoosted Trees	66,19	71,64	66,19	63,92	66,4122	71,45	64,33	66,41
Narrow Neural Network	68,95	69,06	68,95	68,90	69,4656	69,70	69,38	69,47
Medium Neural Network	77,01	77,12	77,01	76,99	76,2268	76,31	76,21	76,23
Wide Neural Network	88,91	89,16	88,91	88,89	89,8582	90,07	89,85	89,86
Bilayered Neural Network	72,26	72,64	72,26	72,14	72,8462	73,59	72,64	72,85
Trilayered Neural Network	72,58	73,16	72,58	72,41	72,41	73,42	72,11	72,41
SVM Kernel	74,36	74,72	74,36	74,27	78,735	79,10	78,67	78,74
Logistic Regression Kernel	74,33	74,37	74,33	74,31	74,5911	74,63	74,58	74,59

The two confusion matrices in Fig. 2. (validation and test) statistically summarize the performance of the Fine Gaussian SVM algorithm. This model achieved the highest Accuracy and AUC values among all machine learning algorithms evaluated in this study. The confusion matrix illustrates how the model's predicted classes align with the true classes, making it critical for identifying where misclassifications occur. In this study, the classes are represented as 0 = no anomaly (normal condition) and 1 = anomaly present.

The confusion matrix for the validation set demonstrates that the Fine Gaussian SVM effectively distinguishes both normal and anomalous states with high accuracy. Out of the samples with true class 0, 4,033 were correctly classified as 0, indicating that the model successfully identified normal conditions in the majority of cases. Only 97 instances were misclassified as false positives, meaning they were incorrectly flagged as anomalies despite being normal. This low rate is acceptable for practical applications and indicates a minimal risk of false alarms. For true class 1 (anomalous) instances, 4,001 were correctly identified, while 130 were misclassified as false negatives, i.e., anomalies were incorrectly considered normal.

This indicates a limited risk of missed anomalies, although such cases could be more critical depending on operational context. Overall, the validation results demonstrate that the model exhibits consistent discriminative power even in imbalanced classes and possesses strong generalization capability.

The test set results are largely consistent with the validation performance, confirming that the model does not suffer from overfitting and performs reliably on new data. Among normal instances, 447 were correctly classified as 0, with only 12 false positives. This indicates an even lower false alarm rate in the test environment. Similarly, 449 anomalous samples were correctly detected, with only 9 misclassified as false negatives. These results suggest that the Fine Gaussian SVM has a low likelihood of missing anomalies and provides a reliable detection mechanism. Compared to the validation outcomes, both false positive and false negative rates are lower in the test set, indicating that the model operates in an even more optimized and robust manner.

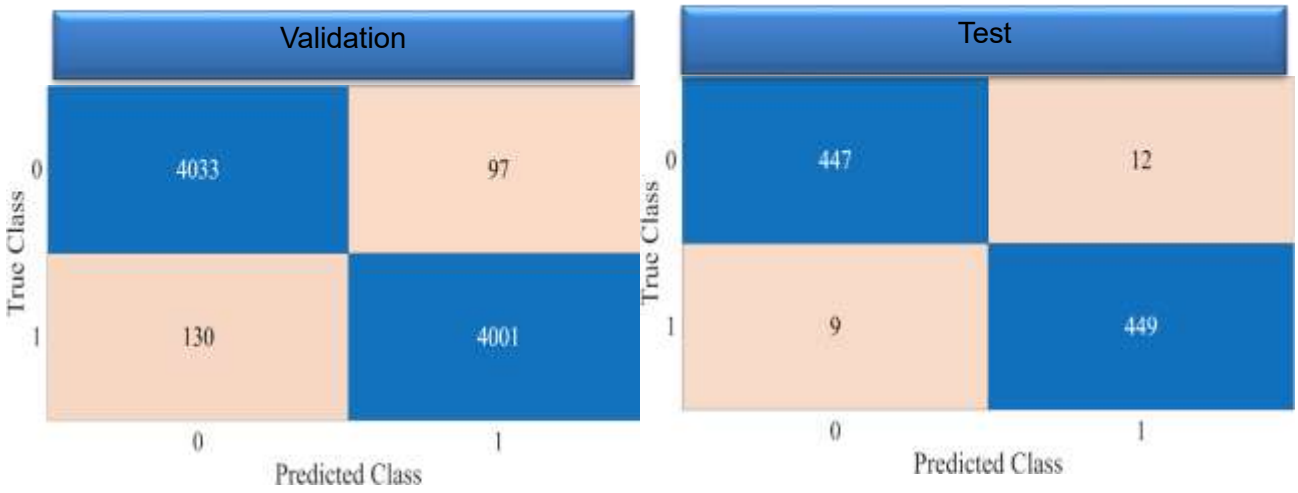
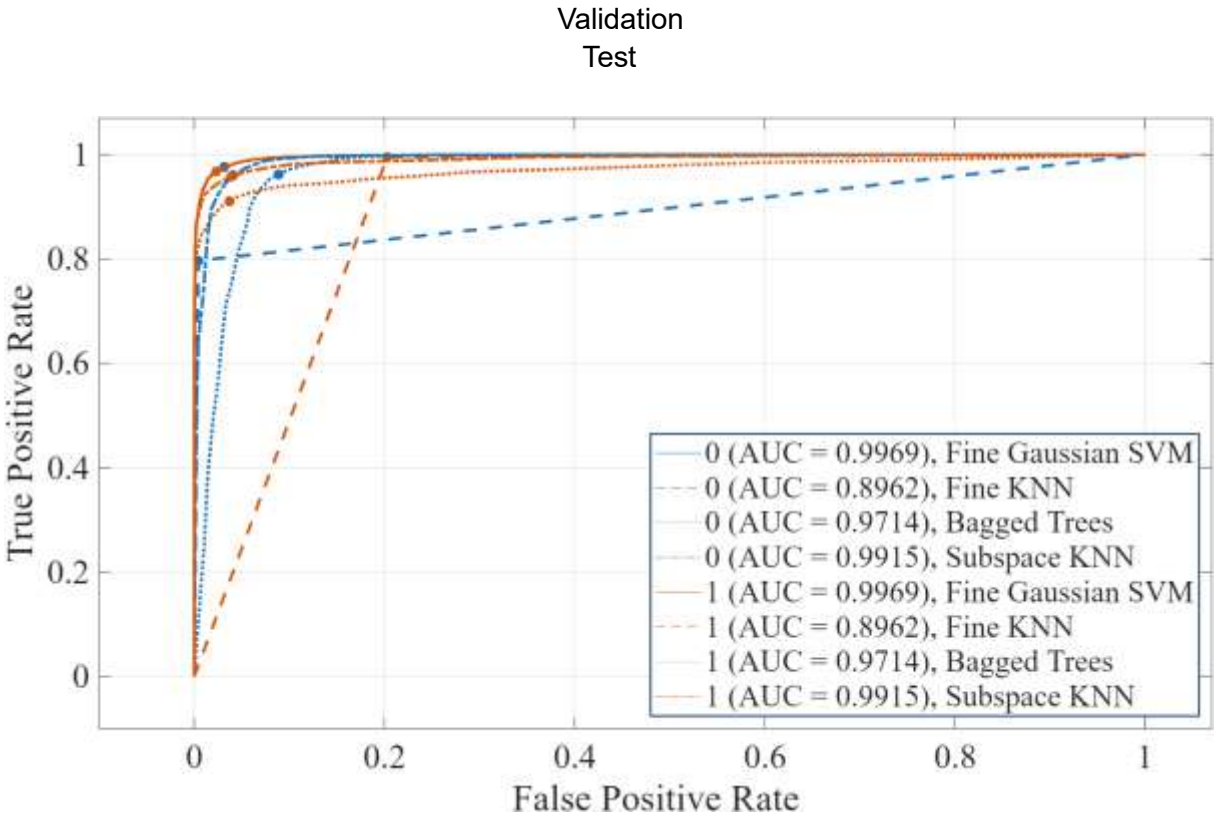


Fig. 2. Validation and test confusion matrix results obtained using the Fine Gaussian SVM classifier.

When the two figures presented in Fig. 3., depicting the ROC curves and AUC values, are evaluated together, a consistent picture emerges, indicating that the models exhibit very high classification performance on both the validation and test datasets. The ROC curves illustrate the relationship between the true positive rate (TPR—sensitivity) and the false positive rate (FPR—specificity) across different classification thresholds. A curve approaching the upper-left corner indicates that the model can achieve a high TPR while maintaining a low FPR.

In the examined plots, the ROC curves of the Fine Gaussian SVM, Subspace KNN, and Bagged Trees models rise almost vertically before progressing parallel to the horizontal axis, demonstrating performance close to that of an ideal classifier. Notably, the Fine Gaussian SVM exhibits very high TPR values even in regions where the FPR is nearly zero for both validation and test sets. This indicates a strong capability of the model to correctly discriminate the positive class across various threshold settings. Evaluating the AUC (Area Under the Curve) values across the two figures clarifies the performance ranking among models. For the validation set, the Fine Gaussian SVM achieves an AUC of 0.9969, approaching perfection. This is followed by Subspace KNN with an AUC of 0.9915, and Bagged Trees with 0.9714. The Fine KNN model records a lower AUC of 0.8962. The test set results exhibit a similar ranking: Fine Gaussian SVM 0.9965, Subspace KNN 0.9956, Bagged Trees 0.9788, and Fine KNN 0.9139. The close alignment between validation and test results suggests that the Fine Gaussian SVM, Subspace KNN, and Bagged Trees models possess strong generalization capabilities and are less prone to overfitting. In contrast, the Fine KNN model demonstrates a lower and more variable ROC curve, indicating weaker classification decision boundaries and greater sensitivity to threshold variations.



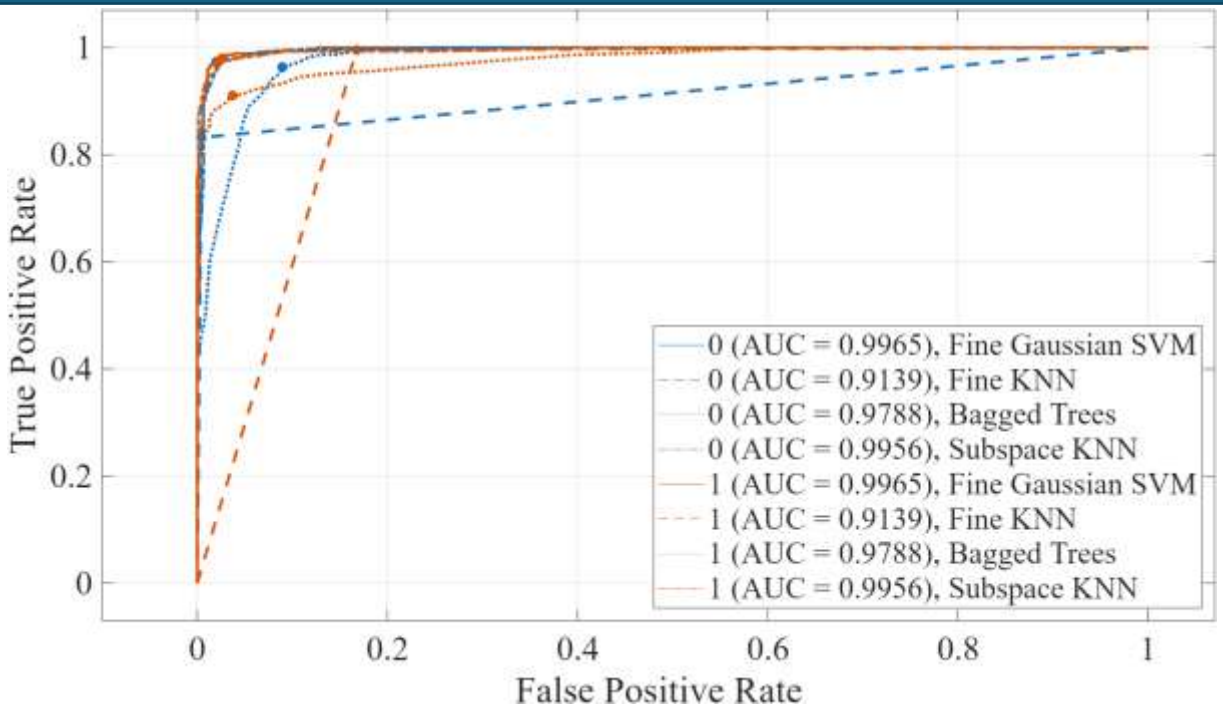


Fig. 3. ROC curves of the the Fine Gaussian SVM classifier for validation and test sets

CONCLUSIONS

This study presents a comprehensive, data-driven approach for detecting anomalies in electricity consumption from smart meters through a systematic comparison of 29 machine learning models. A multivariate dataset—including electricity usage, meteorological variables, historical consumption statistics, and temporal components—was employed to capture the contextual patterns of consumption behavior. Comparative performance analyses revealed substantial variability in the anomaly detection capabilities of the evaluated machine learning methods. Among the models, the Fine Gaussian SVM demonstrated the highest predictive performance, achieving 97.25% validation accuracy, 97.71% test accuracy, and an AUC of 0.9965. The confusion matrix indicated minimal misclassification rates, confirming the model's effectiveness in controlling both false positive and false negative rates. Subspace KNN and Bagged Trees also delivered competitive results, emerging as viable alternatives for deployment in energy management systems. In contrast, linear models and simpler classifiers exhibited lower discriminative power, underscoring the importance of non-linear decision boundaries and ensemble methods for capturing the complex structures inherent in high-dimensional smart meter data. Overall, the proposed comparative framework provides a robust reference for selecting anomaly detection models in smart meters and contributes to enhancing

operational reliability, reducing non-technical losses, and strengthening cybersecurity in smart grid infrastructures. Future work is expected to explore hybrid deep learning architectures, real-time deployment strategies, and transfer learning techniques to minimize retraining requirements.

REFERENCES

Venkatakrishnan, G. R., Rengaraj, R., M., P., Viswavardinii, S., S., S., M., V. N., R., S., & A., A. (2025). Anomaly detection in smart metering: Clustering-based identification of energy theft. In 2025 International Conference on Computing and Communication Technologies (ICCCT) (pp. 1–4). IEEE.
Kaur, S., Chowhan, P., & Sharma, A. (2025). A novel hybrid deep learning-based framework for intelligent anomaly detection in smart meters. IEEE Access, 13, 107022–107034.
Alzubaidi, L., Sathyavani, B., B. G., M. B., Dutta, P., & Saranya, N. (2024, April). Anomaly detection in conventional meters and electricity consumption using optimized extreme gradient boosting (pp. 1–4). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICDCECE60827.2024.10548707
Ahmad, H., Mustafa, G., Gulzar, M. M., et al. (2025). AI-enabled framework for anomaly detection in power distribution networks under false data injection attacks. Artificial Intelligence Review, 58, 355. https://doi.org/10.1007/s10462-025-11318-3
Alkuwari, A. N., Al-Kuwari, S., Albaseer, A., & Qaraqe, M. (2025). Anomaly detection on smart grids with optimized convolutional long short-term memory model. IEEE Access, 13, 40399–40412. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3547037
Ravinder, M., & Kulkarni, V. (2025). Smart grid anomaly detection using MFDA and dilated GRU-based neural networks. Smart Grids and Energy, 10(9). https://doi.org/10.1007/s40866-024-00216-2
Nevisi, M. M. S., Shoeibi, M., Hernando-Gallego, F., Martín, D., & Khatami, S. S. (2025). An evolutionary deep reinforcement learning-based framework for efficient anomaly detection in smart power distribution grids. Energies, 18(10), 2435. https://doi.org/10.3390/en18102435
Yu, L., Zhang, X., Du, L., & Yue, L. (2025). Anomaly detection of cyberattacks in smart grid communications based on residual recurrent neural networks. Security and Privacy, 8, e498. https://doi.org/10.1002/spy2.498
Alzubaidi, L. H., Sathyavani, B., B. G., M. B., Dutta, P., & Saranya, N. N. (2024). Anomaly detection in conventional meters and electricity consumption using optimized extreme gradient boosting. In Third International Conference on Distributed Computing and Electrical Circuits and Electronics (ICDCECE) (pp. 1–4). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICDCECE60827.2024.10548707
Liu, Y., Lin, J., & Wei, L. (2024). Automated anomaly detection of smart energy meters based on TSVM modeling. In 5th International Conference on Clean Energy and Electric Power Engineering (ICCEPE) (pp. 1128–1131). IEEE. https://doi.org/10.1109/ICCEPE62686.2024.10931565
Electricity dataset. (2023). *Smart meter electricity consumption dataset*. Kaggle. Erişim adresi: https://www.kaggle.com/datasets/ziya07/smart-meter-electricity-consumption-dataset/code Erişim tarihi: 10.11.2025

ELEKTRİK GÜÇ SİSTEMLERİ İÇİN MAKİNE ÖĞRENMESİ TABANLI ÇOKLU ARIZA SINIFLANDIRMASI

Önder CİVELEK
Karadeniz Technical University, Trabzon Vocational High School, Department of Electronic and Automation, Trabzon-Türkiye
ORCID: 0000-0001-5893-8630
Metin TÜYSÜZ
Karadeniz Technical University, Trabzon Vocational High School, Department of Electricity and Energy, Trabzon-Türkiye
ORCID: 0000-0002-0711-9907

ÖZET

Elektrik Güç Sistemlerinin (EGS) üretim, iletim ve dağıtım aşamalarında giderek artan karmaşıklığı; yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonu, yük profillerindeki değişkenlik ve altyapının genişlemesi gibi faktörlerle birlikte, sistemlerin arızalara karşı daha hassas hâle gelmesine neden olmaktadır. Özellikle iletim ve dağıtım hatlarında meydana gelen kısa devreler ve diğer elektriksel arızalar, ciddi ekonomik kayıplara, enerji kesintilerine ve sistem güvenilirliğinde belirgin azalmaya yol açabilmektedir. Bu nedenle, arızaların hızlı ve doğru bir şekilde tespit edilmesi ve sınıflandırılması, modern EGS koruma sistemleri için kritik bir gereklilik hâline gelmiştir. Bu çalışmada, çoklu arıza sınıflandırması (Multi-Fault Classification, M-FC) problemi için Destek Vektör Makineleri (SVM), Karar Ağaçları ve K-En Yakın Komşuluk (KNN) gibi yaygın olarak kullanılan çok sayıda klasik makine öğrenmesi algoritmasının performansları kapsamlı bir şekilde karşılaştırılmıştır. Önerilen yaklaşımda, üç fazlı akım ve gerilim dalga formları Min–Max ölçeklendirme yöntemiyle normalize edilerek herhangi bir karmaşık özellik çıkarımına ihtiyaç duyulmadan doğrudan model girdisi olarak kullanılmıştır. Dengeli sınıf dağılımına sahip veri seti üzerinde gerçekleştirilen deneysel analizler sonucunda, Quadratic Support Vector Machine (Quadratic SVM) algoritmasının tüm modeller arasında en üstün performansı sergilediği belirlenmiştir. Quadratic SVM, doğrulama veri setinde %98,80 doğruluk, %98,73 hassasiyet, %98,94 geri çağırma ve %98,94 F1-skoru elde ederken; test veri setinde sırasıyla %98,94 doğruluk, %98,88 hassasiyet, %98,85 geri çağırma ve %98,85 F1-skoru değerlerine ulaşmıştır. Sonuçlar, klasik makine öğrenmesi yöntemlerinin gerçek zamanlı EGS koruması için uygun bir seçenek olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Çoklu arıza sınıflandırması, makine öğrenmesi, elektrik güç sistemleri, arıza tespiti, iletim ve dağıtım

MACHINE LEARNING-BASED MULTI-FAULT CLASSIFICATION FOR ELECTRICAL POWER SYSTEMS

ABSTRACT

The increasing complexity of Electrical Power Systems (EPS) across generation, transmission, and distribution stages—driven by factors such as the integration of renewable energy sources, variability in load profiles, and infrastructure expansion—has significantly heightened system vulnerability to faults. In particular, short-circuit events and other electrical faults occurring in transmission and distribution lines can result in substantial economic losses, power outages, and a marked degradation of system reliability. Consequently, the rapid and accurate detection and classification of faults have become critical requirements for modern EPS protection schemes. In this study, the multi-fault classification (MFC) problem is comprehensively investigated through a comparative performance evaluation of widely used classical machine learning algorithms, including Support Vector Machines (SVM), Decision Trees, and k-Nearest Neighbors (KNN). In the proposed methodology, three-phase current and voltage waveforms are normalized using the Min–Max scaling technique and directly employed as model inputs, eliminating the need for complex feature extraction procedures. Experimental analyses conducted on a dataset with balanced class distribution demonstrate that the Quadratic Support Vector Machine (Quadratic SVM) outperforms all other evaluated models. Specifically, the Quadratic SVM achieved an accuracy of 98.80%, precision of 98.73%, recall of 98.94%, and an F1-score of 98.94% on the validation dataset, while yielding 98.94% accuracy, 98.88% precision, 98.85% recall, and an F1-score of 98.85% on the test dataset. These results highlight the strong generalization capability of the proposed approach. The results indicate that classical machine learning methods are a suitable option for real-time EGS protection.

Anahtar Kelimeler: Multi-fault classification, machine learning, electrical power systems, fault detection, transmission and distribution

1. INTRODUCTION

Modern electric power systems (EPSs) are becoming increasingly large and complex due to growing energy demand, expanding infrastructure, and the integration of renewable energy sources across generation, transmission, distribution, and end-use subsystems. This expansion introduces numerous operational variables that significantly affect system stability and increase the susceptibility of EPSs to faults.

An electrical fault is generally defined as a deviation of voltage and current values from their nominal operating limits. Under normal operating conditions, transmission lines, transformers, generators, and other power system components function within safe design margins. However, when a fault occurs, excessively high fault currents are produced, leading to severe thermal, mechanical, and dielectric stresses on system equipment.

Considering the nature of faults and their impact on system performance, accurate fault classification is essential for both theoretical analysis and protection system design. Conventional fault detection and classification techniques often struggle to perform effectively under the nonlinear dynamics and varying operating conditions of modern power systems. In contrast, machine learning (ML) algorithms offer significant advantages by processing large volumes of data, learning complex patterns, and reliably distinguishing between normal and faulty operating states.

Numerous studies in the literature have investigated ML-based approaches for reliable and accurate fault detection in transmission lines. In one study, voltage and current signal data were utilized to evaluate the performance of Random Forest (RF), K-Nearest Neighbors (KNN), and Long Short-Term Memory (LSTM) models for both binary and multi-label fault classification problems. Additionally, an ensemble approach combining the strengths of these models, namely an RF–LSTM-tuned KNN framework, was proposed. The results demonstrated that the ensemble model achieved superior performance, particularly in multi-label fault classification, with an accuracy exceeding 99%, outperforming individual models and prior studies (Anwar et al., 2025). In another study, an intelligent transmission line protection system based on electromagnetic field measurements and artificial intelligence was proposed for smart grid applications. Instead of conventional current transformers, magnetic field sensors were employed to indirectly monitor line currents. Various fault scenarios, including single line-to-ground, line-to-line, double line-to-ground, and three-phase faults, were modeled by converting fault currents into corresponding magnetic field values. The results showed that a Bayesian regularization-based neural network achieved the highest performance, with an accuracy of 96.11% (Khadse et al., 2025). A further investigation focused on mutually coupled double-circuit transmission lines and introduced an intelligent protection scheme based on the Discrete Fourier Transform (DFT) and a single Fuzzy Inference System (FIS). The proposed method relied solely on sending-end current measurements and was evaluated using a 400 kV, 300 km double-circuit power system modeled in the MATLAB/Simulink environment. The findings

confirmed that the method was capable of detecting and classifying all fault types within one cycle, achieving an accuracy of approximately 99.75% (Vikram et al., 2025). Another ML-based study employed decision trees, logistic regression, and support vector machines for fault detection and classification, with model performance enhanced through random search-based hyperparameter optimization. Validation using real-time data demonstrated that the decision tree-based model achieved an accuracy of approximately 99.87%, successfully identifying and classifying all shunt fault types (Özüpak 2025).

Several recent studies have demonstrated the effectiveness of artificial intelligence–based methods for fault detection and classification in power systems. A Decision Tree–based fault detection and classification scheme utilizing PMU data was implemented on the WSCC 9-bus system, achieving 99.95% classification accuracy and 100% fault detection performance through optimal PMU placement using the TLBO algorithm (Venkatachalam and Subbaiyan 2025). To address fault detection and localization in underground power cables, an LSTM-based deep learning approach combined with frequency-domain resonance analysis was proposed, resulting in up to 96% improvement in localization accuracy compared to impedance-based methods and a 6% reduction in error relative to traveling-wave techniques (Fu et al., 2025). A systematic review of 180 studies highlighted that AI-driven techniques, including machine learning, deep learning, digital twins, IoT-based monitoring, and self-healing grids, significantly outperform conventional methods, achieving fault detection accuracies of 85–95%, reducing false alarms by 50%, and shortening power restoration times by up to 60% (Rana 2025). Additionally, AI-based analysis of a 500 kV substation demonstrated that CatBoost achieved 98% accuracy in normal–fault classification and 97% accuracy in fault type identification, underscoring the potential of AI for improving substation reliability and preventive maintenance (Aziz et al., 2025).

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Classification of Fault Types

Faults occurring in electrical power systems are generally classified into two main categories: symmetrical (balanced) faults and asymmetrical (unbalanced) faults. This classification is based on how the fault affects the voltage and current relationships among the phases and is of critical importance for determining appropriate analysis, protection, and control strategies.

Symmetrical faults are fault conditions in which all phases of the power system are equally affected, and the system remains mathematically balanced. Although these faults are extremely

severe in nature, they occur relatively infrequently, accounting for only approximately 2% to 5% of all power system faults. There are two primary types of symmetrical faults;

Three-phase-to-ground fault (L–L–L–G): Occurs when all three phase conductors come into contact with the ground or a non-conductive medium.

Three-phase short-circuit fault (L–L–L): Occurs when all three phase conductors come into direct contact with each other.

Since the system remains balanced under symmetrical fault conditions, their mathematical modeling and analysis are relatively straightforward, and per-phase analysis methods are generally sufficient. However, the fault currents associated with symmetrical faults can reach extremely high magnitudes, posing a serious threat to power system equipment. Therefore, accurate calculation of three-phase fault currents is essential for the proper selection of circuit breaker interrupting capacities and the appropriate rating of protective devices.

Asymmetrical faults are characterized by unequal voltage and current conditions among the phases and represent the most common type of faults in power systems. The vast majority of faults fall into this category and typically arise due to external disturbances, insulation failures, or mechanical stresses. The three principal types of asymmetrical faults are as follows:

Single line-to-ground fault (L–G): The most frequently occurring fault type, accounting for approximately 65% to 70% of all faults.

Double line-to-ground fault (L–L–G): Represents approximately 15% to 20% of fault occurrences.

Line-to-line fault (L–L): Often caused by conductor sway due to wind or mechanical displacement, accounting for about 5% to 10% of faults.

These faults lead to unbalanced impedance conditions within the system, resulting in unequal current distribution across the phases. Consequently, their analysis is more complex and is typically performed using the symmetrical components theory. Accurate modeling of asymmetrical faults is indispensable for evaluating neutral currents, ensuring effective protection coordination, and determining appropriate relay settings. Fig.1 illustrates the line voltages and currents of the phases under fault conditions**.**

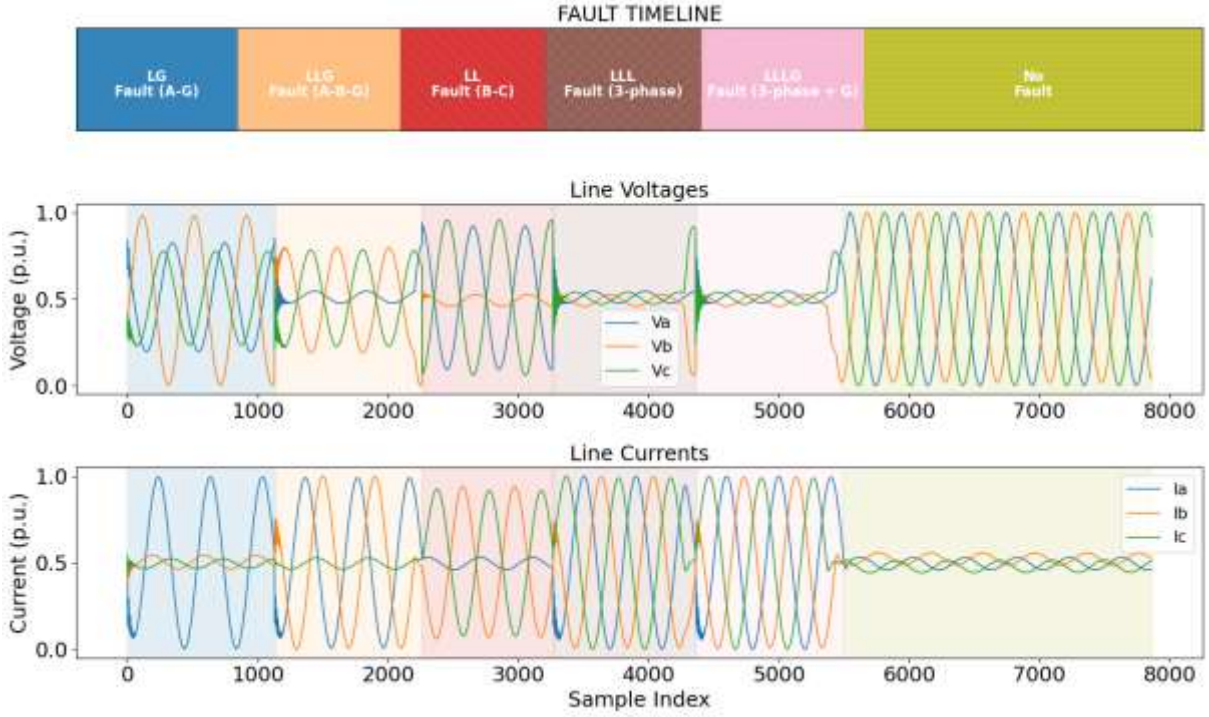


Fig. 1. Line voltages and currents of the phases under fault conditions**.**

2.2. *Machine Learning Methods*

Machine learning (ML) methods constitute a broad class of statistical and computational techniques that enable systems to automatically learn complex patterns from data and utilize these patterns for prediction, classification, and decision-making tasks. Unlike traditional rule-based systems, in which system behavior is explicitly defined by human-designed rules, machine learning approaches derive their operational logic directly from the data itself. This process typically begins with data preparation, cleaning, and representation, followed by the extraction of meaningful relationships through mathematical and algorithmic models.

Supervised learning techniques—such as Logistic Regression, Support Vector Machines (SVMs), Decision Trees, Random Forests, and Artificial Neural Networks—rely on labeled datasets to learn mappings between input features and target outputs, and are widely employed in classification and regression problems. In contrast, unsupervised learning methods focus on uncovering latent structures within unlabeled data, with clustering algorithms (e.g., K-Means and DBSCAN) and dimensionality reduction techniques (e.g., Principal Component Analysis (PCA) and t-distributed Stochastic Neighbor Embedding (t-SNE)) forming the core of this paradigm.

Deep learning, as a specialized subfield of machine learning, leverages multi-layer neural network architectures to achieve exceptionally high representational capacity, particularly for complex data modalities such as signals, time series, and images. Architectures including Convolutional Neural Networks (CNNs), Recurrent Neural Networks (RNNs), Long Short-Term Memory networks (LSTMs), and Transformer-based models constitute the foundation of modern deep learning frameworks. To enhance model accuracy, generalization performance, and robustness, these methods are commonly supported by additional procedures such as cross-validation, hyperparameter optimization, regularization techniques, and comprehensive performance evaluation metrics.

In application domains such as electrical fault detection and classification, machine learning plays a pivotal role in identifying anomalies within sensor measurements, discriminating among different fault types, and providing rapid and reliable decision support for system operators. Consequently, the integration of machine learning techniques enables the development of safer, more resilient, and intelligent power system infrastructures.

2.3. *Performance Evaluation Criteria*

Table 1 presents the definitions and mathematical expressions of the classification performance metrics used to evaluate fault classification.

Table 1. Evaluation metrics used for fault classification

Metric	Definition	Mathematical Expression
Accuracy	Proportion of correctly classified samples among all samples across all classes.	Accuracy = (TP + TN) / (TP + TN + FP + FN)
Precision	Proportion of correctly predicted positive samples that are actually positive.	Precision = TP / (TP + FP)
Recall	Ability of the model to correctly identify all actual positive samples.	Recall = TP / (TP + FN)
F1 Score	Harmonic mean of Precision and Recall, balancing false positives and false negatives.	F1 = 2 × (Precision × Recall) / (Precision + Recall)

- **TP:** True Positive, **FP:** False Positive, **FN:** False Negative, **TN:** True Negative.

2.4. *Dataset*

In this study, the dataset reported in Ref. [10] is utilized. In the referenced work, a power system model was developed in the MATLAB environment for the purpose of conducting fault analysis. The modeled system consists of a total of four generators, each operating at a voltage level of 11×10^3 V, with two generators located at each end of the transmission line. To enable the simulation and investigation of various fault types occurring at the midpoint of the transmission line, appropriate transformers were incorporated into the system. This

configuration facilitates the modeling of different fault scenarios and allows for a comprehensive analysis of the power system behavior under fault conditions. The electrical circuit was simulated under both normal operating conditions and various fault scenarios. During the simulations, line voltages and line currents measured at the output side of the power system were recorded. A total of approximately 12,000 data samples were collected to form the dataset, which was subsequently annotated according to the corresponding operating and fault conditions. To ensure a robust evaluation of the proposed models, the dataset was partitioned into training and test subsets, with 10% of the data randomly selected as the test set. The training subset was further subjected to five-fold cross-validation to optimize model performance and assess its generalization capability. This approach allows for a comprehensive evaluation of the machine learning algorithms under varying data splits while minimizing the risk of overfitting. The characteristics of the dataset used for fault classification are outlined in Table 2.

Table 2. Overview of the dataset used for fault detection and classification

Category	**Description**
Dataset Type	Binary & Multivariate
Number of Samples	Binary: 12,001
Number of Features	Binary: 9
Numerical Features	Three-phase currents (Ia, Ib, Ic) and voltages (Va, Vb, Vc)
Categorical Features	Binary: Output (S)
Fault Classes	No Fault (NF), L–G, LL, LL–G, LLL, LLL–G
Fault Distribution	NF: 2365; L–G (AB–G, BC–G): 2138; LL (AB): 1129; LLL: 1096; LLL–G: 1133
Input Signals	Three-phase current and voltage measurements

As part of the preprocessing stage, the dataset was first examined for missing values, and no missing or incomplete data were identified. To enhance model performance, the three-phase current and voltage measurements were normalized using the Min–Max scaling method, mapping all features into a common range. This normalization ensured equal weighting of input features and accelerated the optimization and convergence of the learning algorithms.

The dataset was constructed to maintain a balanced class distribution across different fault categories. Consequently, the issue of class imbalance was inherently avoided, allowing model performance to be reliably evaluated using conventional accuracy-based performance metrics without the need for additional imbalance-handling techniques. In contrast to traditional

approaches that rely on complex signal processing techniques such as the Wavelet Transform or Fourier Transform, this study directly employed normalized raw voltage and current signals as feature vectors. This design choice aimed to reduce computational complexity while assessing the fault classification capability of simple yet informative electrical measurements.

2.5. Feature Importance Analysis

In this study, the influence of each input featurenamely the three-phase currents (Ia, Ib, Ic) and voltages (Va, Vb, Vc) on the fault classification process was quantified and visualized to enhance the interpretability of the model's decision-making mechanism, as illustrated in Fig. 2. The resulting feature importance scores indicate that instantaneous variations in current and voltage, particularly in the phases most affected during fault conditions, play a critical role in determining the final classification outcome. This level of interpretability is essential for increasing industrial confidence in the proposed model, as it provides transparent insights into how electrical measurements contribute to fault diagnosis decisions.

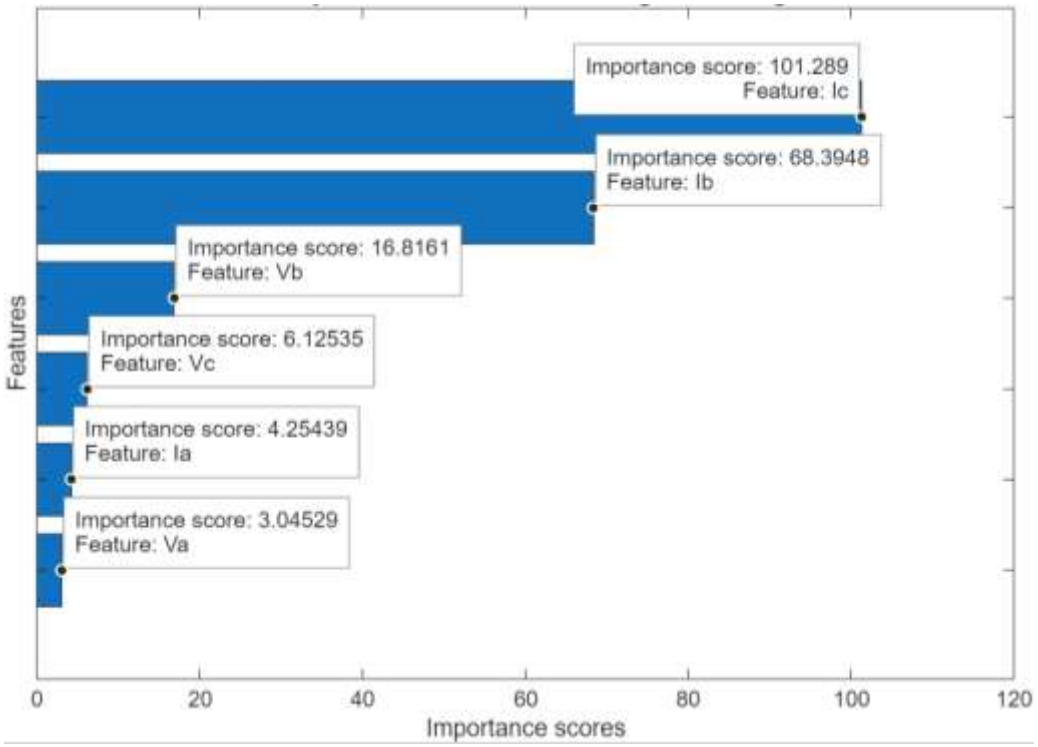


Fig. 2. Feature importance scores sorted using ANOVA algorithm

3. RESULTS AND DISCUSSION

This study conducted a comprehensive comparison of more than 20 classical machine learning (ML) algorithms for the task of multi-class fault classification. The performance of each model

was systematically evaluated on both validation and test datasets using standard performance metrics, including Accuracy, Precision, Recall, and F1-score. To ensure a fair and extensive assessment, a wide range of widely used classical ML algorithms were implemented and tested. These include Support Vector Machines (SVM), such as Linear, Quadratic, Cubic, Fine Gaussian, Medium Gaussian, Coarse Gaussian, and kernel-based SVM variants; Decision Tree-based models, including Fine Tree, Medium Tree, Boosted Trees, and Bagged Trees; and K-Nearest Neighbor (KNN) classifiers, namely Fine, Medium, Coarse, Cosine, Cubic, Weighted, and Subspace KNN. In addition, other commonly adopted classification techniques, such as Efficient Logistic Regression, Kernel Naive Bayes, and Kernel Logistic Regression, were also considered. This extensive evaluation framework enabled a robust comparison of model capabilities for accurate and reliable multi-fault classification.

A performance comparison of the evaluated machine learning models is provided in Table 3. Based on the comparative analyses, the Quadratic Support Vector Machine (Quadratic SVM) algorithm achieved the highest classification performance among all evaluated models on both the validation and test datasets. This superior performance highlights the capability of SVM-based approaches to effectively model complex, non-linear decision boundaries through kernel functions, even when utilizing simple and normalized input features.

Table 3. Performance comparison of different machine learning models

	Validation(%)				Test(%)			
Model Type	Acc.	Prec.	Rec.	F1	Acc.	Prec.	Rec.	F1
Fine Tree	85,24	85,88	85,36	85,24	85,21	86,06	85,88	85,09
Medium Tree	82,40	81,93	82,29	82,40	80,97	86,13	81,93	78,65
Efficient Logistic Regression	42,36	41,98	42,91	42,40	42,44	42,69	42,04	42,09
Kernel Naive Bayes	78,91	77,61	78,77	78,91	78,55	76,46	77,61	76,42
Linear SVM	60,69	63,99	61,90	60,76	58,75	64,59	64,08	60,96
Quadratic SVM	**98,80**	**98,73**	**98,94**	**98,94**	**98,94**	**98,88**	**98,85**	**98,85**
Cubic SVM	85,63	86,01	85,49	85,74	85,51	90,99	86,11	83,43
Fine Gaussian SVM	83,76	84,10	83,63	83,87	83,69	83,94	84,20	84,07
Medium Gaussian SVM	82,76	83,33	82,82	82,87	82,77	82,74	83,44	82,92
Coarse Gaussian SVM	70,16	69,72	75,32	70,25	71,44	72,71	69,81	69,52
Fine KNN	87,79	90,46	87,92	87,91	87,91	90,58	90,57	90,57
Medium KNN	81,82	82,32	80,97	81,93	81,14	79,93	82,42	80,26
Coarse KNN	81,94	80,92	81,02	82,04	81,41	79,46	81,02	80,04
Cosine KNN	82,39	81,04	81,53	82,50	81,62	79,09	81,15	79,63
Cubic KNN	81,72	82,06	80,76	81,83	80,98	79,51	82,17	79,94

Weighted KNN	87,00	90,20	86,96	87,11	87,04	90,29	90,32	90,30
Boosted Trees	83,32	82,95	83,34	83,32	83,19	83,21	82,95	81,87
Bagged Trees	87,52	89,57	87,51	87,52	87,51	89,61	89,57	89,45
Subspace KNN	87,14	90,59	87,07	87,14	87,10	90,60	90,59	90,59
RUSBoosted Trees	82,69	82,06	82,92	82,69	78,43	83,32	82,06	78,76
Narrow Neural Network	90,28	98,98	90,40	90,40	90,37	99,12	99,11	99,11
Medium Neural Network	94,08	98,22	94,26	94,21	94,21	98,35	98,34	98,34
Wide Neural Network	93,92	92,37	94,06	94,05	94,05	92,46	92,48	92,47
Bilayered Neural Network	85,34	86,39	85,41	85,46	85,43	86,40	86,50	86,42
Trilayered Neural Network	85,98	83,46	86,01	86,09	86,02	82,70	83,57	82,24
SVM Kernel	80,47	79,39	79,96	80,57	80,23	78,32	79,49	78,82
Logistic Regression Kernel	79,86	78,12	79,28	79,96	79,58	76,67	78,22	77,34

The confusion matrices computed separately for the validation and test datasets provide a detailed assessment of the Quadratic SVM model's classification performance across individual fault categories, as presented in Fig. 3. This analysis offers clear insights into the model's ability to correctly and incorrectly classify each fault type. The results indicate that the Quadratic SVM consistently achieves high levels of Recall and Precision across all fault classes, including both symmetrical and asymmetrical faults, thereby demonstrating its robustness and reliability in multi-class fault classification tasks.

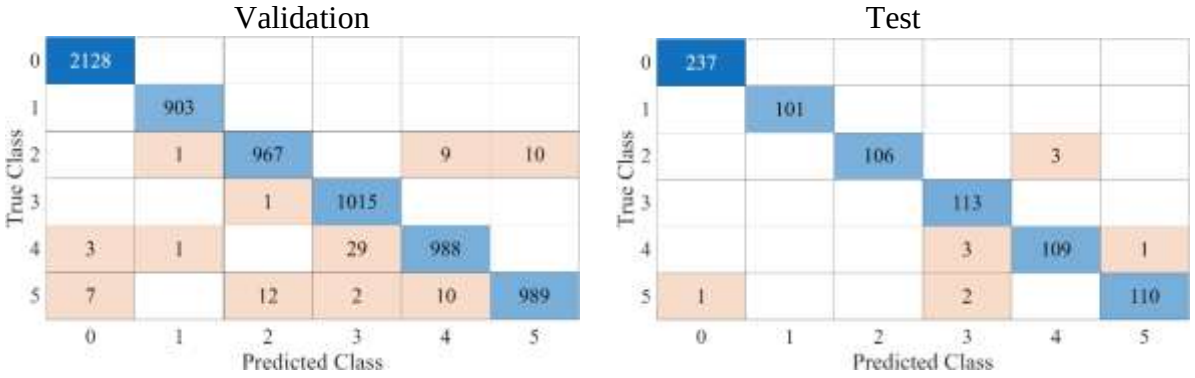


Fig. 3. Confusion matrices of the Quadratic SVM for the validation and test datasets.

CONCLUSIONS

This study provides a comprehensive evaluation of the effectiveness of classical machine learning algorithms for multi-fault classification in electrical power systems. A simple yet efficient framework was adopted, in which normalized raw current and voltage measurements, scaled using Min–Max normalization, were directly utilized as input features. Extensive comparative analyses demonstrated that the Quadratic Support Vector Machine (Quadratic

SVM) consistently outperformed all alternative models, including Decision Tree–based classifiers, K-Nearest Neighbor (KNN) variants, and other classical machine learning approaches.

These findings indicate that high-accuracy fault classification can be achieved without resorting to complex signal processing techniques, such as wavelet transforms, provided that an appropriate machine learning algorithm is selected and accompanied by careful data preprocessing. The results underscore the practical value and scalability of classical machine learning models for real-time power system protection applications, particularly in environments with limited computational resources and stringent response time requirements. Future research may focus on evaluating the generalization capability of the Quadratic SVM under varying operating conditions, such as voltage fluctuations and changes in line impedance, through transfer learning frameworks. Additionally, the impact of alternative kernel functions and advanced hyperparameter optimization strategies on further enhancing classification performance in multi-fault scenarios will be explored.

REFERENCES

Anwar, T., Mu, C., Yousaf, M. Z., et al. (2025). Robust fault detection and classification in power transmission lines via ensemble machine learning models. Scientific Reports, 15, 2549. https://doi.org/10.1038/s41598-025-86554-2

Aziz, A., Yousaf, M. Z., Renhai, F., et al. (2025). Advanced AI-driven techniques for fault and transient analysis in high-voltage power systems. Scientific Reports, 15, 5592. https://doi.org/10.1038/s41598-025-90055-7

Fu, H., Qiu, L., Ai, Y., et al. (2025). Deep learning-based fault detection and location in underground power cables using resonance frequency analysis. Electrical Engineering, 107, 4051–4062. https://doi.org/10.1007/s00202-024-02738-5

Khadse, C., Patharkar, A. A., & Chaudhari, B. S. (2025). Electromagnetic field and artificial intelligence based fault detection and classification system for the transmission lines in smart grid. Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, 47(1), 9362–9376. https://doi.org/10.1080/15567036.2021.1948637

Özüpak, Y. (2025). Machine learning-based fault detection in transmission lines: A comparative study with random search optimization. Bulletin of the Polish Academy of Sciences: Technical Sciences. https://doi.org/10.24425/bpasts.2025.153229

Rana, S. (2025). AI-driven fault detection and predictive maintenance in electrical power systems: A systematic review of data-driven approaches, digital twins, and self-healing grids. American Journal of Advanced Technology and Engineering Solutions, 1, 258–289. https://doi.org/10.63125/4p25x993

Venkatachalam, Y., & Subbaiyan, T. (2025). Intelligent fault diagnosis in power systems: A comparative analysis of machine learning-based algorithms. Expert Systems with Applications, 265, 125945. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.125945

Vikram Raju, G., & Srikanth, N. V. (2025). Single fuzzy inference based fault detection and classification protection scheme for different types of short circuit faults on double circuit transmission lines. International Journal of Modelling and Simulation, 45(1), 218–236. https://doi.org/10.1080/02286203.2023.2193912

SÜRTÜNME KARIŞTIRMA KAYNAĞI İLE BİRLEŞTİRİLMİŞ YÜKSEK DAYANIMLI DÜŞÜK ALAŞIMLI ÇELİĞİN GERME ŞEKİLLENDİRİLEBİLİRLİK DAVRANIŞININ İNCELENMESİ

Semih Mahmut AKTARER
Recep Tayyip Erdogan University, Technical Sciences Vocational School, Department of Automotive Technology, 53020, Merkez, Rize
ORCID: 0000-0001-5650-7431

ÖZET

Yüksek dayanımlı düşük alaşımlı çelikler, şekillendirilebilirlik ve mukavemet arasındaki ideal denge nedeniyle kriş ve şasi gibi otomotiv gövde bileşenlerinin üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu çelikler genellikle ergitme, lazer ve direnç nokta kaynağı gibi kaynak teknikler ile birleştirilmektedir. Karmaşık gövde bileşenlerinin üretiminde kaynakla birleştirilmiş bu çeliklerin derin çekme, gererek şekillendirme ve kenar kıvırma gibi şekillendirilebilirlik işlemleri uygulanmaktadır. Genellikle klasik kaynak yöntemleriyle birleştirilen bu tür çeliklerin kaynak bölgesi yüksek mekanik özellik farkı nedeniyle şekillendirilebilirlik özelliklerini olumsuz etkilemektedir. Sürtünme karıştırma kaynağı (SKK), ergitme olmadan gerçekleşen bir birleşme yöntemi olduğu için bu tür olumsuzlukları en aza indirebilir. Bu çalışmada, 1.5 mm kalınlığındaki yüksek dayanımlı düşük alaşımlı çelik alın alına SKK tekniği ile birleştirilmiştir. SKK işlemi 12 mm omuz çapına, 4 mm pin çapına ve 1,3 mm uzunluğu sahip tungsten karbür takım kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Takım dönme hızı, 800 devir/dk, ilerleme hızı 65 mm/dk ve takım baskı kuvveti 5 KN da sabit tutulmuştur. Şekillendirilebilirlik testleri, base malzeme ve kaynak bölgesi içinden çıkarılan numuneler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Çıkarılan numunelerin kaynak bölgesini temsil etmesi için, ISO-EN 20482 boyutlarının %25'i boyutlarında minyatür Erichsen test kalıbı kullanılmıştır. Erichsen numunelerin çapı 13mm ve kalınlığı 0,7 mm'dir. Numuneler tel erozyon (electrodischarge machine, EDM) cihazı kullanılarak kaynaklı plaklardan çıkarılmıştır. Numuneler özel olarak tasarlanmış bir numune tutucu içeresinde sabitlenerek otomatik zımparalama makinasında kalınlıkları 0,7mm olana kadar zımparalanmıştır. Numunelerin germe şekillendirme davranışı üniversal çekme basama test cihazına sabitlenen minyatür Erichsen test kalıbı kullanılarak test edilmiştir. Deney esnasında zımba hızı 0,01 mm/sn olarak sabitlenmiştir. Sonuçlar, kaynak bölgesinin ana malzeme ile neredeyse aynı Erichsen indeksi sergilemesine rağmen zımba yükünde yaklaşık %25 artış sergilediğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Çelikler, Kaynak, Mekanik özellik, Germe, Şekillendirilebilirlik,

INVESTIGATION OF THE STRETCH FORMABILITY BEHAVIOR OF HIGH-STRENGTH LOW-ALLOY STEEL JOINED BY FRICTION STIR WELDING

ABSTRACT

High-strength low-alloy steels are widely used in the production of automotive body components such as cross members and chassis due to their ideal balance between formability and strength. These steels are generally joined using welding techniques such as fusion welding, laser welding, and resistance spot welding. In the manufacture of complex body components, welded sheets are subsequently subjected to formability operations such as deep drawing, stretch forming, and edge flanging. However, when such steels are joined using conventional welding methods, the weld region often adversely affects formability due to significant differences in mechanical properties. Friction stir welding (FSW), as a solid-state joining technique that occurs without melting, can minimize these adverse effects. In this study, 1.5 mm thick high-strength low-alloy plates were joined in a butt configuration using the FSW technique. The FSW process was carried out using a tungsten carbide tool with a shoulder diameter of 12 mm, a pin diameter of 4 mm, and a pin length of 1.3 mm. The tool rotational speed was kept constant at 800 rpm, the traverse speed at 65 mm/min, and the axial force at 5 kN. Formability tests were performed on specimens extracted from both the base material and the weld zone. To ensure that the specimens represented the weld region, a miniature Erichsen test die with dimensions scaled to 25% of the ISO-EN 20482 standard was used. The Erichsen specimens had a diameter of 13 mm and a thickness of 0.7 mm. The specimens were extracted from the welded plates using a wire electrical discharge machining (EDM) system. They were fixed in a specially designed specimen holder and ground using an automatic grinding machine until a final thickness of 0.7 mm was achieved. The stretch-forming behavior of the specimens was evaluated using the miniature Erichsen test die mounted on a universal testing machine. During the tests, the punch speed was kept constant at 0.01 mm/s. The results showed that although the weld zone exhibited an Erichsen index nearly identical to that of the base material, it demonstrated an approximately 25% increase in punch load.

Keywords: Steels, Welding, Mechanical properties, Stretching. Formability

50 HÜCRELİ BİR BATARYA MODÜLÜNÜN FARKLI AKIŞ REJİMLERİNDE TERMAL VE HİDROLİK PERFORMANSININ BİR BOYUTLU ANALİZİ

Emre BULUT
Bursa Uludağ University, Faculty of Engineering, Department of Automotive Engineering, 16059 Nilüfer, Bursa
ORCID: 0000-0001-9159-5000

ÖZET

Elektrikli araçların (EV) performansını, güvenliğini ve kullanım ömrünü doğrudan etkileyen en kritik faktörlerden biri, batarya paketlerinin optimum çalışma sıcaklığı aralığında tutulmasıdır. Yüksek deşarj oranlarında ortaya çıkan aşırı ısınma, termal kaçak (thermal runaway) riskini artırmakta ve hücreler arası sıcaklık dengesizliğine yol açmaktadır. Bu çalışmada, lityum demir fosfat kimyasına sahip, kese (pouch) tipi 50 hücreden oluşan, bir lityum-iyon batarya modülünün termal yönetim performansı, MATLAB Simscape Battery kütüphanesi kullanılarak sayısal olarak incelenmiştir. Çalışmanın temel amacı, soğutma kanalındaki akışkan debisinin batarya soğutma etkinliği (Maksimum sıcaklık, ilk hücre ve son hücre arasındaki sıcaklık farkı) ve sistemin hidrolik direnci (basınç düşümü) üzerindeki etkilerini belirlemektir. Analizler kapsamında, soğutma sıvısının debisi değiştirilerek Reynolds sayısı üzerinden laminer ve türbülanslı akış rejimlerinin etkileri karşılaştırılmıştır. Simülasyonlar, akış hızının artırılmasının konvektif ısı transfer katsayısını iyileştirerek maksimum modül sıcaklığını düşürdüğünü göstermiştir. Ancak çalışma, türbülanslı akış rejimine geçişle birlikte soğutma kanallarındaki basınç düşümünün (pressure drop) önemli ölçüde arttığını ve bunun da sistemin pompalama gücü gereksinimini yükselttiğini ortaya koymaktadır. Elde edilen bulgular, soğutma performansındaki iyileşme ile artan enerji tüketimi arasındaki ödünleşimi (trade-off) nicel verilerle sunmaktadır. Sonuç olarak bu çalışma, batarya termal yönetim sistemleri (BTYS) tasarımında enerji verimliliği ve soğutma kapasitesi dengesinin sağlanması için Simscape tabanlı modellemenin etkinliğini ve farklı akış rejimlerinin sistem optimizasyonundaki kritik rolünü vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Batarya Termal Yönetimi, Simscape Battery, Elektrikli Araçlar

ONE DIMENSIONAL ANALYSIS OF THERMAL AND HYDRAULIC PERFORMANCE OF A 50-CELL BATTERY MODULE UNDER DIFFERENT FLOW REGIMES

ABSTRACT

One of the most critical factors directly affecting the performance, safety, and lifespan of electric vehicles (EVs) is maintaining battery packs within their optimum operating temperature range. Excessive heat generation during high discharge rates increases the risk of thermal runaway and leads to temperature non-uniformity among cells. In this study, the thermal management performance of a lithium-ion battery module consisting of 50 cells is numerically investigated using the MATLAB Simscape Battery library. The primary objective of the study is to determine the effects of coolant flow rate on both the battery cooling effectiveness and the hydraulic resistance of the system. Within the scope of the analysis, the effects of laminar and turbulent flow regimes were compared by varying the coolant flow rate and, consequently, the Reynolds number. Simulations demonstrated that increasing the flow velocity improves the convective heat transfer coefficient, thereby reducing the maximum module temperature and enhancing temperature uniformity. However, the study reveals that the transition to the turbulent flow regime leads to a significant increase in pressure drop across the cooling channels, which subsequently raises the pumping power requirements. The findings present quantitative data regarding the trade-off between the enhancement in cooling performance and the increased parasitic energy consumption. Consequently, this study highlights the effectiveness of Simscape-based modeling in achieving a balance between energy efficiency and cooling capacity in Battery Thermal Management System (BTMS) design, underscoring the critical role of different flow regimes in system optimization.

Keywords: Battery Thermal Management, Simscape Battery, Electric Vehicles.

1. INTRODUCTION

In recent years, escalating environmental and energy concerns have catalyzed a fundamental transformation in the automotive industry, establishing electric vehicles (EVs)—characterized by high energy efficiency and low emission profiles—as the most formidable alternative to conventional internal combustion engine vehicles (ICEVs) (Pan et al., 2023). Power battery modules, which play a critical role in the performance, safety, and driving range of EVs, exhibit high sensitivity to temperature fluctuations. The ideal temperature range for lithium-ion batteries, where efficiency is maximized and service life is preserved, is generally defined in

the literature as 25–40 ˚C, with a target of maintaining the temperature gradient within the battery module below 5 ˚C (Kim et al., 2023; Pan et al., 2023). Deviations from this range lead to significant technical challenges; specifically, low temperatures increase internal resistance and may cause lithium plating, whereas excessively high temperatures result in capacity fading, structural degradation, and severe safety risks such as thermal runaway (Nam & Ahn, 2025; Pan et al., 2023; Wankhede et al., 2025). Consequently, the development of an efficient Battery Thermal Management System (BTMS) is of vital importance to maintain battery temperatures within the optimum range.Various methodologies, including air cooling, liquid cooling, and phase change materials (PCM), are employed in the thermal management of battery packs. Although air-cooling systems are characterized by simplicity, lightweight design, and low cost, they are less effective in managing high heat loads and ensuring temperature uniformity compared to liquid-cooling systems (Wankhede et al., 2025). Conversely, while liquid-cooling systems offer precise temperature control through high heat transfer coefficients, they introduce complexities such as sealing requirements and increased maintenance costs (Rahmani et al., 2025). The high cost and time-consuming nature of physical testing during the design and optimization of these systems have driven researchers toward simulation-based approaches. Although three-dimensional (3D) methods, such as Computational Fluid Dynamics (CFD), provide high-fidelity analysis, their intensive computational requirements often render them impractical for analyzing long driving cycles or developing real-time control strategies (De Marco, 2023; Pan et al., 2023).To address these limitations, one-dimensional (1D) modeling approaches and Equivalent Circuit Models (ECM) developed on platforms such as MATLAB/Simulink have gained increasing prominence, offering an ideal balance between computational efficiency and model accuracy (Napa et al., 2024; Rahmani et al., 2025). In these models, the battery heat generation rate is typically calculated using the Bernardi equation, enabling the integrated analysis of electro-thermal behavior with the system's cooling channels and pumps (Wang et al., 2024). 1D models facilitate rapid and accurate prediction of thermal behavior by modeling the dynamic voltage response of the battery cell through resistance-capacitor (RC) circuits, with parameters dependent on temperature and State of Charge (SOC) (Baveja et al., 2023).The significance of 1D modeling extends beyond mere temperature prediction, as it enables the optimization of energy consumption and control strategies. For instance, these models reduce the computational burden for testing advanced algorithms, such as Model Predictive Control (MPC) supported by Artificial Neural Networks (ANN), thereby

enhancing energy efficiency (Nam & Ahn, 2025; Pan et al., 2023). Furthermore, these simulation environments allow for the safe virtual testing of alternative coolants, such as nanofluids or propylene glycol, as substitutes for ethylene glycol (Shahroom et al., 2025; Wankhede & Kamble, 2023). The effects of various channel configurations (e.g., parallel, U-type, edge cooling) on the battery pack can also be analyzed comparatively to determine optimal design parameters (Dönmez & Bulut, 2024; Rawat & Kumar, 2025). Moreover, long-term economic evaluations, including battery aging and life-cycle analysis, can be performed on these virtual testbeds to reveal the potential for cost savings and the role of thermal management strategies in extending battery life (Olyaei et al., 2024).

In light of the theoretical and numerical foundations established in the literature, the primary objective of this study is to evaluate the thermal management performance of a battery module consisting of 50 pouch-type lithium iron phosphate (LFP) cells under 4C high-discharge conditions using a one-dimensional (1D) numerical modeling approach. In this context, the characteristics of a three-channel cooling plate, modeled using the MATLAB Simscape Battery library, are investigated across laminar and turbulent flow regimes with Reynolds numbers ranging from 1,000 to 5,500. By elucidating the interactions between the maximum module temperature (T_{max}), temperature uniformity (ΔT), and hydraulic pressure drop (ΔP), this study aims to optimize the trade-off between cooling efficiency and parasitic energy consumption, presenting a low-computational-cost methodology for the design of Battery Thermal Management Systems (BTMS).

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. One Dimensional Modelling of Battery Cooling System

In this study, a module consists of 50 batteries with LFP-LiFePO4 chemistry, AMP20M1 HD, are used. The technical specification of the batteries used are given in Table 1.

Table 1. Technical specifications of the batteries (A123, AMP20M1HD-A, 2011)

Brand	A123 system
Model	AMP20HD
Voltage	3.3V (nominal)
Capacity	19.6 Ah
Dimension	7.25 x 160 x 227
Weight	496 g

Operating Temperature	-30 °C – 55 °C
Storage Temperature	-40 °C – 60 °C

2.2. MATLAB Simulink Model

MATLAB Simulink Model of the 50-cell battery module is shown in Figure 1. The model consists of discharger, PS-Step, Solver Configuration, Battery Module (Created with Battery Builder), Temperature Source, Cooling Plate (from Simscape Battery Library), Flow Rate Source (Thermal Liquid), Reservoir, Thermal Liquid Settings and Probe Blocks.

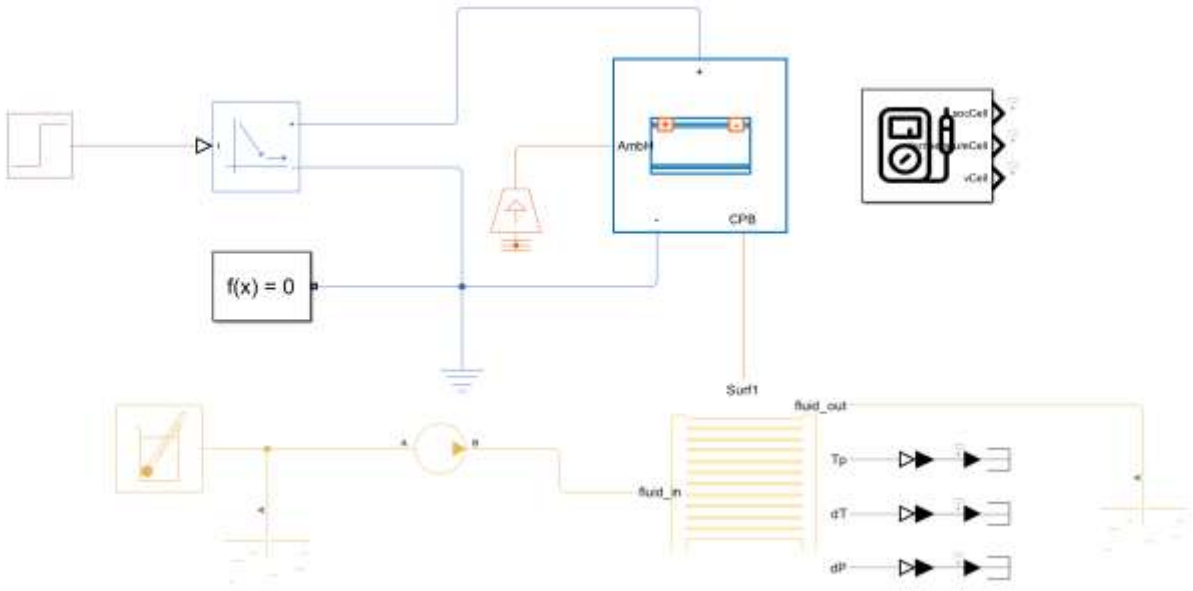


Figure 1. Simulink Model of the 50-cell battery module

The battery equivalent circuit model which used to calculate the battery heat generation rate is given in Eq. 1:

It is shown in Eq. 1.

$$\dot{Q}_{gen} = P_{diss} + \dot{Q}_{rev} \quad (1)$$

- P_{diss} is the irreversible heat generated from internal resistance.
- $\dot{Q}_{rev}$ is the generated reversible heat from entropy.

The thermal masses of the cooling plate and the battery module exchange heat with each other through heat conduction by using this Eq. 2.

$$\dot{Q} = kA\frac{dT}{dX} \quad (2)$$

Where T is the temperature, k is the plate thermal conductivity. A and X depend on the number of partitions and directions (x or y) and the plate thickness of the cooling plate.

The heat flow rate between the coolant and the cooling plate wall is shown in Eq. 3.

$$\dot{Q}_H = \dot{Q}_{conv} + \frac{kS_H}{D}(T_h - T) \quad (3)$$

Where $\dot{Q}_H$ is the total heat flow rate, $\dot{Q}_{conv}$ is the portion of the heat flow rate due to convection, k is the thermal conductivity of the coolant in the channels, S_h is the surface area of the channel wall and T_h is the temperature at the channel wall.

Thermophysical properties of water, battery cells and are given Table 2.

Table 2. Thermophysical properties of the battery, aluminum cooling plate and water

Material	ρ [kg/m^3]	c_p [J/(kgK)]	k [W/(mK)]	μ [Pa.s]
Battery	2092	900	18.2	-
Aluminum	2719	871	202.4	-
Water	998.2	4182	0.6	0.001

3. RESULTS AND DISCUSSION

The thermal and hydraulic characteristics of the proposed 3-channel cooling plates are evaluated across a Reynolds number (Re) range of 1000 to 5500. The primary objective is to assess the cooling efficacy under a high stress 4C discharge rate, focusing on the maximum temperature (T_{max}), temperature uniformity (ΔT), and the hydraulic cost in terms of pressure drop (ΔP).

3.1. Thermal Evolution and Cooling Efficacy (T_{max})

The results indicate a strong inverse correlation between the Reynolds number and the maximum battery temperature. At the lower bound of Re = 1000, the T_{max} is recorded at 35.04 ˚C. As the flow progressed into the transitional and turbulent regimes, reaching Re = 5500, T_{max} significantly decreased to 26.78 ˚C, representing a total reduction of 8.86 ˚C. The maximum temperature values of the battery module against Reynolds Number are given in Figure 2.

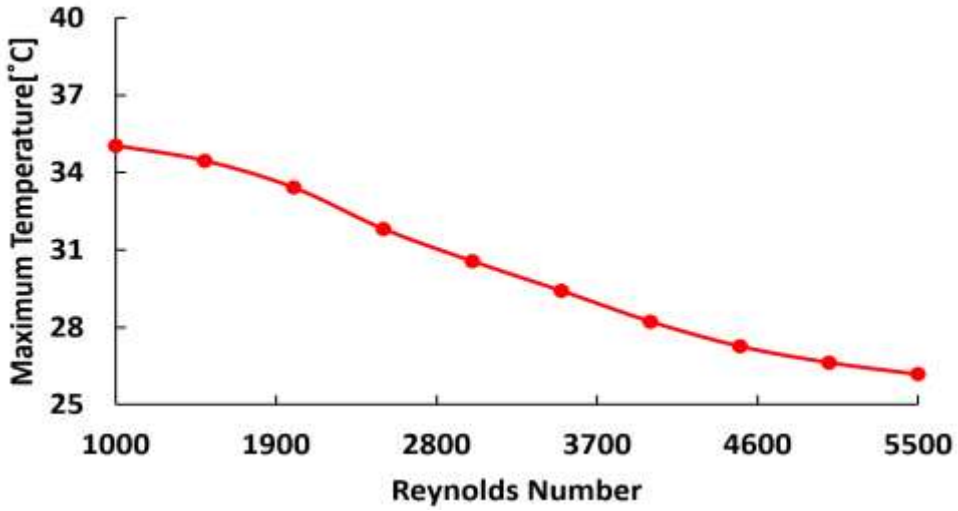


Figure 2. The maximum temperature values at different Reynolds Number

This trend is attributed to the enhancement of the convective heat transfer coefficient at higher mass flow rates. As Re increases, the thermal boundary layer thickness decreases, facilitating a more efficient heat flux removal from the 50 pouch cells to the coolant. From a safety perspective, all tested Re values successfully maintained the module below the critical 40 °C threshold, which is essential for preventing accelerated aging and potential thermal runaway during high-rate discharges.

3.2. The Temperature Uniformity (ΔT) of The Module

The most significant finding is the behavior of the temperature uniformity (ΔT), which reaches its optimum (0.161 °C) at Re=2000 before increasing. The ΔT values of the battery module against Reynolds Number is given in Figure 3.

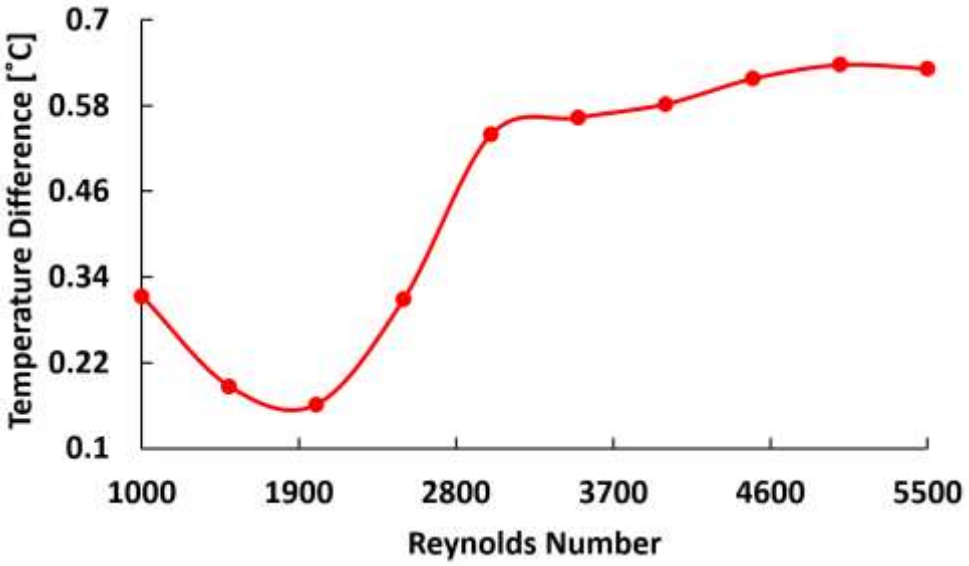


Figure 3. ΔT values of the battery module against Reynolds Number

This inflection point coincides precisely with the change in the Nu calculation methodology. Laminar Regime (Re=2000): With Nu fixed at 3.66, the cooling capacity is spatially uniform but limited. As flow velocity increases up to Re=2000, the higher thermal capacity of the flow reduces the temperature rise of the fluid itself, leading to the best observed uniformity. Turbulent Transition (Re>2500): As the model switches to the Gnielinski correlation, the heat transfer coefficient jumps significantly. This results in "over-cooling" at the channel inlets. Because the coolant absorbs heat more rapidly at the start of the channel, a larger temperature gradient develops between the cells near the inlet and those near the outlet. This explains why ΔT rises from 0.161 °C to 0.632 °C as the flow becomes increasingly turbulent.

3.3. The Pressure Drop (ΔP) of The Cooling System

While the transition to the Gnielinski correlation enhances thermal performance, it is accompanied by a substantial increase in pressure drop (ΔP), rising from 69.5 Pa to 1825.35 Pa, which can be shown in Figure 4. The transition to turbulence increases the friction factor (f), leading to an exponential growth in parasitic power demand. The data suggests that while Re=5500 provides the lowest T_{max}, the most efficient "thermal-uniformity-to-pressure-drop" ratio is found in the high-laminar/early-transition region (Re between 2000-2500), where ΔT is minimized and ΔP remains below 500 Pa.

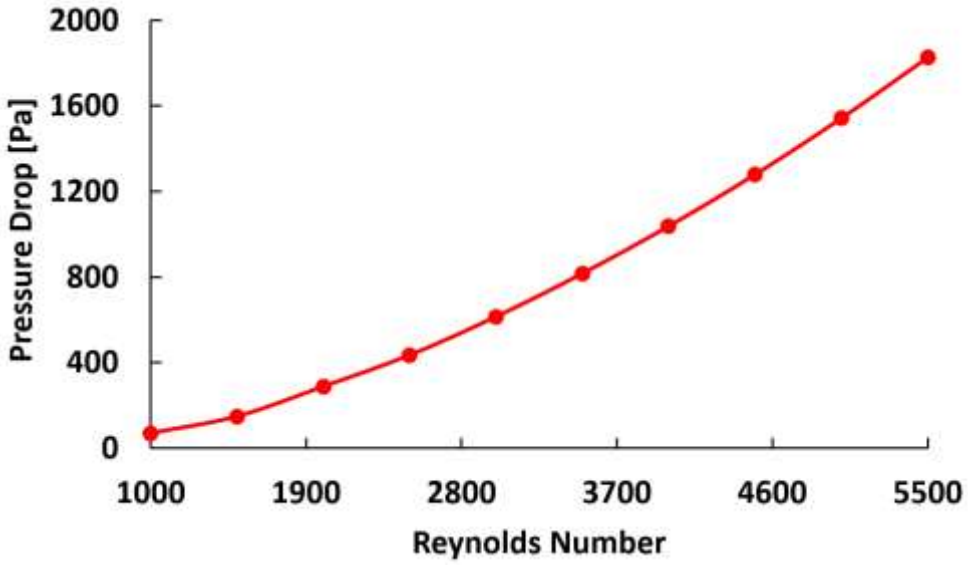


Figure 4. Pressure Drop values against Reynolds Number

CONCLUSIONS

In this study, a one-dimensional (1D) electro-thermal analysis is conducted using the MATLAB Simscape Battery library to evaluate the thermal and hydraulic performance of a 50-cell LFP

battery module under a high-stress 4C discharge rate. The performance of a 3-channel cooling system is investigated across a Reynolds number range of 1000 to 5500, accounting for the transition between laminar and turbulent flow regimes. The key findings of the research are summarized as follows:

- Thermal Efficacy and Safety: The results demonstrate a significant inverse correlation between the Reynolds number and the maximum module temperature. Increasing Re from 1000 to 5500 led to a total reduction in T_{max} of 8.86 °C, decreasing from 35.04 °C to 26.78 °C. All tested flow rates successfully maintained the battery module within the target operating range (25–40 °C) required to prevent thermal runaway and accelerated aging.
- Temperature Uniformity Paradox: A critical inflection point is identified regarding temperature uniformity. The module achieved its optimum spatial uniformity (ΔT= 0.161°C) at Re = 2000. The transition to turbulent flow (modeled via the Gnielinski correlation) resulted in a "uniformity paradox": while the heat transfer coefficient increased significantly, it caused "over-cooling" at the channel inlets, thereby increasing the temperature gradient across the module to 0.632°C at Re= 5500.
- Hydraulic Cost and System Trade-offs: The enhancement in cooling performance is accompanied by a substantial hydraulic penalty. The pressure drop (ΔP) increased exponentially from 69.5$ Pa at Re = 1000 to 1825.35 Pa at Re = 5500, significantly raising the parasitic pumping power requirements8.Optimal Operating Range: The quantitative analysis of the trade-off between thermal mitigation and energy consumption indicates that the most efficient operating regime for this 3-channel design lies within the high-laminar to early-transition region (Re between 2000 and 2500). In this range, the system provides optimal temperature uniformity while keeping the pressure drop below 500 Pa.

REFERENCES

A123,AMP20M1HD-A Data Sheet
https://www.buya123products.com/uploads/vipcase/468623916e3ecc5b8a5f3d20825eb98d.pdf
Pan, C., Jia, Z., Wang, J., Wang, L., & Wu, J. (2023). Optimization of liquid cooling heat dissipation control strategy for electric vehicle power batteries based on linear time-varying model predictive control. Energy, 283, 129099.
Kim, B. R., Nguyen, T. N., & Park, C. W. (2023). Cooling performance of thermal management system for lithium-ion batteries using two types of cold plate: Experiment and MATLAB/Simulink-Simscape simulation. International Communications in Heat and Mass Transfer, 145, 106816.

Wang, R., Zhang, H., Chen, J., Ding, R., & Luo, D. (2024). Modeling and model predictive control of a battery thermal management system based on thermoelectric cooling for electric vehicles. Energy Technology, 12(5), 2301205.
Wankhede, S., Pingale, A. D., & Kale, A. (2025). Experimental investigation on thermal management of lithium-ion battery pack for formula student electric vehicle using air-cooling system. Energy Storage and Saving, 4, 38–47.
Napa, N., Agrawal, M. K., & Tamma, B. (2024). Development of electro-thermal model for air cooling study of electric vehicle lithium-ion battery module operating in Indian conditions and drive cycle. Applied Thermal Engineering, 240, 122233.
Rahmani, A., Dibaj, M., & Akrami, M. (2025). Design and simulation of battery thermal management systems for electric vehicles using MATLAB Simulink. Journal of Energy Storage, 111, 115398.
Dönmez, E., & Bulut, E. (2024). Investigation of the effect of different design and flow parameters on battery cooling system performance. Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering, 29(3), 819-830.Baveja, R., Bhattacharya, J., Panchal, S., Fraser, R., & Fowler, M. (2023). Predicting temperature distribution of passively balanced battery module under realistic driving conditions through coupled equivalent circuit method and lumped heat dissipation method. Journal of Energy Storage, 70, 107967.
Nam, K., & Ahn, C. (2025). Energy-efficient battery thermal management in electric vehicles using artificial-neural-network-based model predictive control. World Electric Vehicle Journal, 16(5), 279.
Wankhede, S., & Kamble, L. V. (2023). A novel battery cooling system using nanofluids on MATLAB Simulink. Energy Storage, 5(3), e418.
Shahroom, A. F., Rahman, N. A., Mansor, M., & Rahman, M. S. A. (2025). Modelling analysis of propylene glycol as a cooling media for battery thermal management system in electric vehicles. Arabian Journal for Science and Engineering, 50, 10541–10553.
Rawat, S. S., & Kumar, R. (2025). Analysing the impact of channel configurations on cooling plate performance in an electric vehicle battery pack. Australian Journal of Electrical and Electronics Engineering, 22(4).
Olyaei, M., Singh, S., Jiang, K., Gurumukhi, Y., Goodson, K., Asheghi, M., & Miljkovic, N. (2024). Virtual testbed for economical and reliability analysis of battery thermal management control strategies. ASME Journal of Electronic Packaging, 146(4), 041110.

3D VE CFIP PROSESİNE UYGUN KAFES YAPIDA TASARLANMIŞ ANALİZİ YAPILMIŞ CFRP KOMPOZİT ELEKTRİKLİ OTOMOBİL GÖVDE PARÇALARININ ENTEGRASYONU

Ali Mert GÜRBÜZ
Gazi University, Faculty of Tecnology, Department of Automotive, 06560 Yenimahalle, Ankara
ORCID: 0009-0009-4950-7105
Kemal ERŞAN
Gazi University, Faculty of Tecnology, Department of Automotive, 06560 Yenimahalle, Ankara
ORCID: 0000-0003-4512-3496
Dilara ÇİÇEK
Gazi University, Faculty of Tecnology, Department of Automotive, 06560 Yenimahalle, Ankara
ORCID: 0009-0003-0593-2253
Hüseyin Kamil BALBABA
Gazi University, Faculty of Tecnology, Department of Automotive, 06560 Yenimahalle, Ankara
ORCID: 0009-0008-0270-8842

ÖZET

Otomotiv endüstrisinde kullanılan ve geleneksel bir yöntem olan çelik sacların preslenerek şekillendirilmesi ile kaynaklı montaj süreçleri; yüksek maliyetler ve uzun süreli üretim döngüleri sebebiyle günümüzde operasyonel verimlilik açısından ciddi kısıtlamalarla karşı karşıyadır. Dolayısıyla konvansiyonel otomotiv imalat teknolojileri; sac metal parçalarının preslenmesi, kaynaklanması ve montajını kapsayan karmaşık süreçler içermektedir. Bu durum sürdürülebilirliği olumsuz etkileyen maliyetli bir yapı sergilemektedir. Bu çalışmada; düşük maliyetli, hızlı üretilebilir, dayanıklı ve hafif otomobil parçaları elde etmek amacıyla, 1/1 boyuttaki mock-up aşamasındaki bir elektrikli aracın gövde bileşenleri için yenilikçi bir üretim yaklaşımı geliştirilmiştir. Bu kapsamda eklemeli imalat (3D yazıcı) ve uzun Karbon Fiber Takviyeli Polimer Enjeksiyon (CFIP**)** süreçlerine uygun tasarımı, yapısal analizi yapılmış gövde parçalarının iskelete montajı gerçekleştirilmiştir. Tasarımlar Catia ve SolidWorks yazılımı ile yürütülmüş; geliştirilen modellerin mekanik performansları ANSYS platformunda geleneksel çelik sac ve karbon fiber takviyeli polimer (CFRP) malzemeler için karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Bu analizler sonucunda tasarıma uygun üretilen parçaların SolidWorks programı ile iskelet üzerine entegrasyonları gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: CFRP, CFIP, Elektrikli Araç Tasarımı, Eklemeli İmalat, Sonlu Elemanlar Analizi (FEA). Yapısal analiz

INTEGRATION OF CFRP COMPOSITE ELECTRIC VEHICLE PARTS DESIGNED AND ANALYZED IN A CAGE STRUCTURE SUITABLE FOR 3D AND CFIP PROCESSES

ABSTRACT

The traditional methods used in the automotive industry, such as forming steel sheets through pressing and welded assembly processes, face significant constraints today in terms of operational efficiency due to high costs and long production cycles. Consequently, conventional automotive manufacturing technologies involve complex processes encompassing the pressing, welding, and assembly of sheet metal parts. This situation presents a costly structure that negatively impacts sustainability.

In this study, an innovative production approach has been developed for the body components of an electric vehicle in the prototype (mock-up) stage to obtain low-cost, rapidly producible, durable, and lightweight automobile parts. Within this scope, the design, structural analysis, and assembly of parts suitable for additive manufacturing (3D printing) and Continuous Fiber Injection Process (CFIP) were carried out. The design process was conducted using SolidWorks software; the mechanical performances of the developed models were analyzed comparatively for traditional steel sheet and carbon fiber reinforced polymer (CFRP) materials on the ANSYS platform. Following these analyses, the integration of the parts, produced in accordance with the design, onto the chassis was performed using SolidWorks.

Keywords: CFRP, CFIP, Additive Manufacturing, Electric Vehicle Design, Finite Element Analysis (FEA), Structural Optimization.

1.GİRİŞ

Dünya genelinde çevre kirliliği ve enerji kaynaklarının yeterliliğine dair artan endişeler sebebiyle otomotiv endüstrisinde köklü bir değişim yaşanmaktadır. Bu değişimin en başında ise elektrikli araçlar yer almaktadır. Sadece güç üretim ve aktarma organları sistemlerinde değil, bunlarla birlikte kullanılan malzeme teknolojileri ve üretim süreçleriyle de geleneksel içten yanmalı motorlu araçlardan başka bir boyuta evrilmektedir. Elektrikli araçlarda batarya ağırlığından kaynaklanan verimlilik kayıplarını optimize etmeyi hedefleyen hafifletme stratejileri, modern yapısal mühendislik çalışmalarının araştırma konusudur. Bu yöntemlerin en başında metalik alaşımların yerine Karbon Fiber Takviyeli Polimerler (CFRP) yer almaktadır. Yüksek özgül mukavemet ve rijtlik değerleri (Mallik.P.K, 2007) sayesinde şasi ve batarya muhafazası gibi bileşenlerde çok önemli bir ağırlık tasarrufu sağlamaktadır (Uyar,M.2024 ve

Demir ,Y. 2024). Ayrıca, üretim sürecinin ve esnekliğinin avantajları seri üretimdeki döngü sürelerini kısaltmaktadır. CFRP yapılar sadece kütleyi azaltmakla değil, aynı zamanda çarpışma güvenliği için de çok önemli bir enerji sönümleme kapasitesine sahiptir. Bu çalışmamda CFIP (Uzun Karbon Fiber Enjeksiyon Yöntemi) prosesine uygun tasarlanmış gövde elemanlarının, aynı yönteme göre tasarlanmış iskelet yapıya entegrasyonunun sanal ortamda yapılması amaçlanmıştır. Daha önce (Balbaba,2025) tarafından da yapılan bir çalışmada "Geleneksel imalat yöntemlerinin yerini alan yenilikçi teknolojiler üzerine yapılan bir çalışmada, 3D baskı ve CFIP prosesine uygun kafes yapı destekli bir otomobil kapısı tasarlanmıştır. Bu yöntemle, geleneksel sistemlere kıyasla daha düşük ağırlık ve yüksek mukavemet elde edilmiştir. Bu kapı tasarımı ve aynı yöntemle tasarıma uygun olarak üretilen ön kaput ve ön kaput oturma yüzeyi(Çiçek,2024) ile ön çamurluk(Çiloğlu,2024) ve arka çamurluklar (Kılınç,2023) ve üst tavanın (Sever,2024) iskelete entegrasyonu düşünülmüştür. Gfrerrer (2018), CFRP bileşenlerin araç gövde mimarisine entegrasyonu üzerine yaptığı çalışmada, malzemenin sunduğu hafiflik avantajının yanı sıra parça sayısının azaltılması ve hibrit birleştirme teknolojilerinin seri üretimdeki kritik rolünü vurgulamıştır. Bunların dışında elektrik motor taşıyıcısı (Mavi ve Aras,2025) ve tekerlek taşıyıcısı gibi şase bağlantılı ek parçalarda aynı yöntemle üretilmiştir(Sabha ve Güner,2024).

1.1 Geleneksel Üretim Yöntemleri ve Sınırları

Otomotiv imalatının temelini oluşturan çelik sacların preslenmesi ve kaynaklı montaj süreçleri, günümüzdeki hızla değişen üretim sürecinde hantal kalmaya başlamıştır. Uzun süren üretim süreçleri, yüksek kalıp maliyetleri ve tasarımdaki esnekliği kısıtlayan üretim metotları, maliyet, lojistik ve süreç açısından ciddi yavaşlatma sağlamaktadır. Özellikle prototip aşamasındaki araçlarda maliyetli bir yapı sergilemektedir.



Otomotiv İmalatında Kullanılan Çelik Sacların Preslenme İşlemi (Resim-1)

1.2 Yeni Nesil Teknolojiler: CFRP, 3D Yazıcı ve CFIP

Çalışmanın amacı, 1/1 ölçekli bir mokap elektrikli aracın yenilikçi yöntemlerle tasarlanmış ve üretilmiş gövde bileşenlerinin sanal ortamda entegrasyonunu sağlamaktır. Çalışma kapsamında, araç gövde parçaları 3D yazıcı ile CFIP proseslerine uygun bir biçimde, ileri düzey kafes yapılar kullanılarak yeniden tasarlanmıştır. 3D yazıcı teknolojisi, geleneksel yöntemlerle üretilmesi mümkün olmayan karmaşık kafes yapıların katman katman üretilmesine olanak tanırken; bu yapıların mekanik özelliklerini arttırmak için CFIP (Sürekli Elyaf Enjeksiyon Süreci) yöntemi devreye girmektedir. CFIP, 3D baskı ile oluşturulan kanalların içerisine sürekli karbon fiber liflerin ve reçinenin eş zamanlı enjekte edilmesiyle parçayı içten güçlendirerek, nihai ürünün yüksek mukavemetli bir CFRP (Karbon Fiber Takviyeli Polimer) yapıya dönüşmesini sağlar. Bu teknoloji metalik malzemelere kıyasla çok daha hafif, ancak yapısal dayanımı çelik ile kıyaslanabilir oranda yüksek elektrikli araç bileşenlerinin üretilmesine imkân tanır.

Malzeme Özelliği	Birim	Çelik (Steel)	Alüminyum (Al)	CFRP (Standart Epoksi/Karbon)
Yoğunluk	g/cm^3	7.8-8.00	2.7	**1.5 - 1.6**
Çekme Dayanımı	MPa	300 - 1000	200 - 500	**600 - 2500+** (Lif yönünde)
Elastisite Modülü	GPa	210	70	**130 - 230** (Lif yönünde)
Poisson Oranı	-	0.30	0.33	**0.25 - 0.30**
Özgül Dayanım	kN m/kg	~30 - 60	~100	**~1000+**



Çizelge-1 CFRP ve Metalik Malzemelerin Karşılaştırılması (Sehgal A.K at all,2021,Farag, M.M,2008)

1.3 Teori

Entegrasyonu yapılan CFRP prosesli taşıtın ağırlıkları dikkatle alınarak, gerekli analizler yapılacaktır. Ön akstaki kombine edilmiş tekerlek yükleri için eğilme ve burulma formülleri;

Sağ tekerlek $R_{FTR} = \frac{Rr}{2} - \frac{Rf'}{2}$ (1)

Sol tekerlek $R_{FTL} = \frac{Rr}{2} + \frac{Rf}{2}$ (2) verilmektedir.

Yanal Yükler

Viraj alırken lastiğin zeminle temas ettiği noktalarda yanal yükler oluşur ve bir merkezkaç kuvveti ile tanımlanmıştır ve dengelenmektedir.

$$\frac{MV^2}{R} \quad (3)$$

Burada M araç kütlesi, V ileri hız, R ise viraj çapıdır.

Devrilmede yaklaşım ilerde taşıtın yükseliği de ağırlık merkezinde dikkatle alınarak.

$$\frac{MV^2}{R} = M_g \frac{t}{2} \quad (4)$$

Yanal ivme = $\frac{V^2}{R} = \frac{gt}{2h}$ (5)

Yanal kuvvet ise ağırlık merkezinde = $\frac{MV^2}{R} = \frac{Mgt}{2h}$ (6)

Ön tekerlekteki yanal kuvvet = $Y_F = \frac{Mg+b}{2h\ (a+b)}$ (7)

Arka tekerlekteki yanal kuvvet = $Y_R = \frac{Mg+a}{2h(a+b)}$ (8)

ile tanımlanır. Bu teori ile gerekli analizler gerçekleştirilecektir. Ek olarak yüke temas yerleri taşıtın çeşitli hareket şartları için gerekli türetim yapılarak boyuna yükler, asimetrik yükler, burulma ve eğilme dayanımları hesaplanabilecektir.

2. MATERYAL METOD

2.1 Tasarım Geliştirme ve Entegrasyon

Mokap aracın ön kaput, kapı, ön ve arka çamurluk, tavan, arka kaput tasarımları ve gövde entegrasyonları süreci için mevcut tasarım örnekleri ve literatürdeki analiz yöntemleri detaylıca incelenmiştir. Tasarım sürecinin doğrulanabilmesi amacıyla; başlangıçta geleneksel çelik yapılar üzerinden yürütülen analizler, daha sonra CFRP (Carbon Fiber Reinforced Polymer) malzeme özellikleri kullanılarak tekrarlanmış ve her iki yapının mekanik özellikleri karşılaştırılmıştır. Elde edilen veriler, CFIP prosesine uygun, ağırlık avantajı sağlayan kafes yapıda yenilikçi bileşenler olarak geliştirilmiştir. Tasarlanan bu bileşenlerin birbirleriyle ve araç iskeleti ile olan yapısal entegrasyonu sağlanacak şekilde SolidWorks platformunda sanal olarak yapılmıştır. Çalışmanın son aşamasında, entegrasyonu yapılacak olan tamamlanmış tüm montaj grubu parçalar belirli bir ölçek oranında küçültülerek 3D yazıcı ile üretilmiştir. Böylece hem parçaların üretilebilirliği hem de şasi üzerindeki montaj ve uyum süreçleri prototip (mock-up) üzerinde doğrulanmış olacaktır. Sunulan çalışmada belirtilen gövde bileşenlerinden ön kaput, tavan, kapı ve ön çamurluk iskelete ön çalışma olarak entegre edilmiştir. Diğer parçaların entegrasyonu devam etmektedir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde ön kaput, kapı, çamurluklar ve tavanın kafes yapılı iç panelleri için yapılan entegrasyonun sonuçları karşılaştırılıp değerlendirilmiştir. Arka kaput, ön ve arka tamponların iç panel entegrasyonları ise devam etmektedir.

3.1 Ön Kaput İç Panel Analiz Karşılaştırmaları

Entegrasyonu yapılmış iç panellerin teoride belirtilen analizlerinin yapılabilmesi için parçaların ağırlıklarının ve yapısal özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Referans alınan literatürde iç panel menteşe yerlerinden sadece x yönünde dönme hareketine izin verilecek şekilde sabitlenmiştir. Kilit noktası bütün yönlerde sabitlenmiş ve iki yandan 50 N kuvvet

uygulanmıştır. Sonrasında deformasyon, Von Misses ve modal analiz gerçekleştirilmiştir (Çiçek,2024).

Kafes yapısı da CFRP ve çelik uygulanıp yapısal analiz yapıldıktan sonraki sonuçlar çizelge-2 verilmiştir (Çiçek,2024).

Çizelge-2 Kafes Yapı Çelik ve Kafes Yapı CFRP Yapısal Analiz Sonuçları

	Deformasyon (mm)	Gerilim (MPa)	Kilogram (Kg)
Kafes Yapı Çelik	0,49791	14,591	21,74
Kafes Yapı CFRP	0,29485	16,076	12,7

3.2 Ön Kaput Oturma Yüzeyi Analiz Karşılaştırılmaları

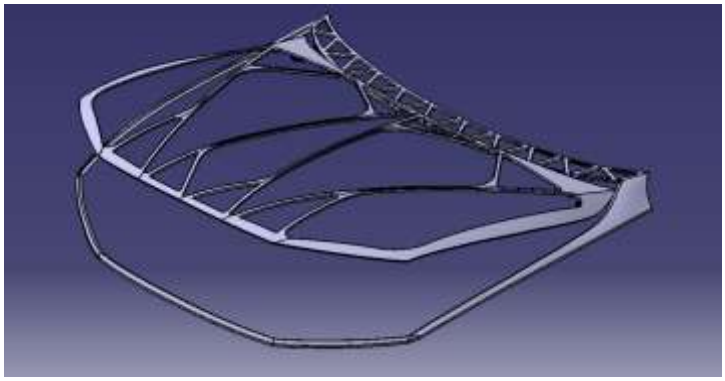
Oturma yüzeyi analizi için oturma yüzeyi iç panel ile birleştirilmiş ve iç panele uygulanan kuvvetler uygulanmış sonrasında bu kuvvetlerin oturma yüzeyine etkisi incelenmiştir.

Rijitliğin önemli olduğu durumlarda kafes yapı oturma yüzeyi için dezavantaj oluşturabilir gözükmektedir. Buna mukabil ağırlık açısından incelendiğinde CFRP yapı çelik kafes yapıdan çok daha avantajlı bir durumdadır (Çizelge-3).

Çizelge-3 Kafes yapı çelik ve kafes yapı CFRP ön kaput ve oturma yüzeyi yapısal analiz sonuçları

	Deformasyon (mm)	Gerilim (MPa)	Kilogram (Kg)
Kafes Yapı Çelik	0,018196	2,3106	19,6
Kafes Yapı CFRP	0,0020074	1,2107	9,5

Bunun yanında CFRP uygulaması, ağırlıktan büyük ölçüde tasarruf ederken kafes yapının gösterdiği esnemeyi (deformasyonu) çeliğe göre çok daha iyi kontrol altına almaktadır (Çiçek,2024).

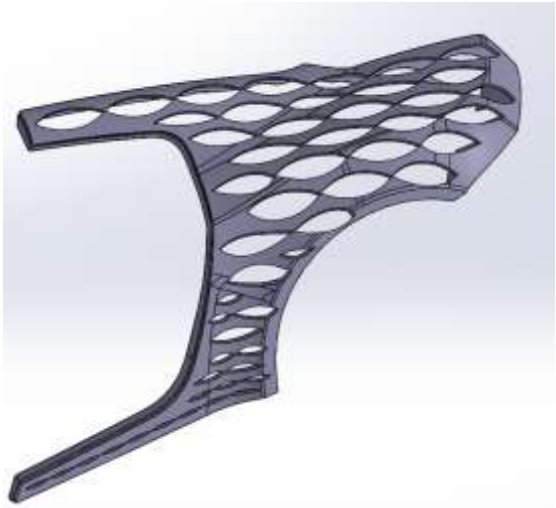


Kafes yapılı ön kaput ve oturma yüzeyi montajlanmış hali (Çiçek 2024)

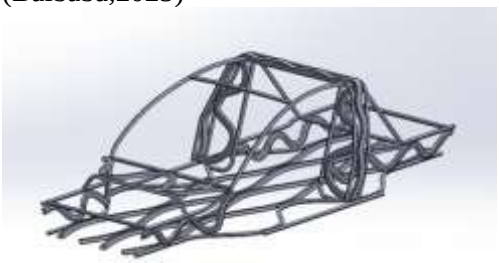
Ön kaputta yapılan benzer analizler kapı, tavan ve çamurluklarda da yapılmıştır. Yapılan analizlerde kaputta elde edilen ağırlık ve dayanım değerlerine yakın değerler elde edilmiş ve sonuçta tüm entegrasyon için bu sonuçlar dikkate alınarak değerlendirilmiştir.



Kafes yapılı yan kapı ve oturma yüzeyi (Balbaba,2025)



Kafes Yapılı Arka Çamurluk (Çiloğlu 2024)



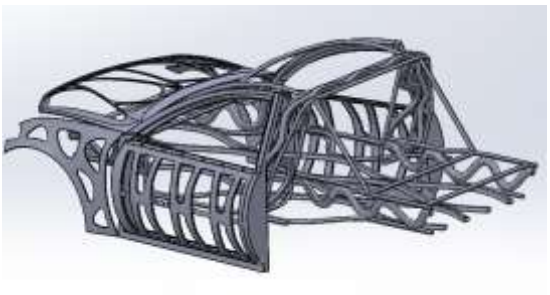
Kafes Yapılı Mokap Aracın Gövde İskeleti (Demir,2024)



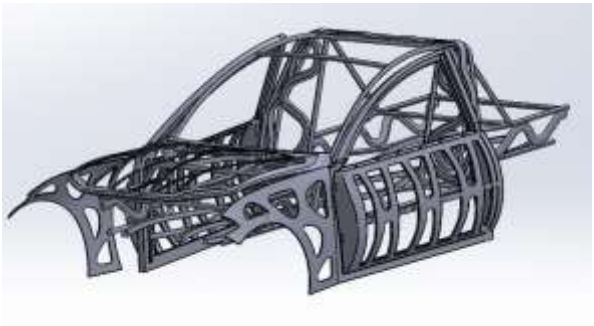
Kafes Yapılı Tavan (Sever, 2023)



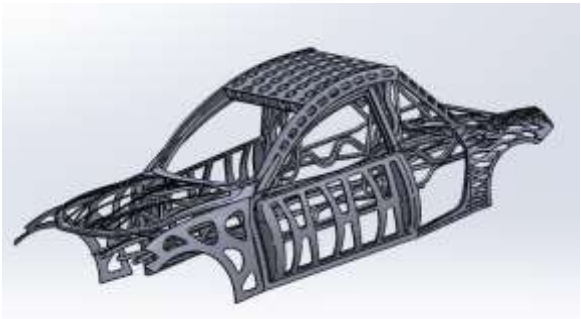
Kafes Yapılı Ön Çamurluk (Kılınç,2023)



Yan Kapılar ve Ön Çamurluğun Gövde İskeletine entegrasyonu



Yan Kapıların Gövde İskeletine Entegrasyonu.



Arka Çamurluk ve Tavanın Gövde İskeletine Entegrasyonu

Bu çalışmada paketleme ve hacim yönetimi, yapısal performans ve güvenlik, üretilebilirlik ve montaj, malzeme uyumu ve birleştirme teknolojileri, aerodinamik ve termal yönetim gibi hususlar dikkate alınarak daha önceden tasarlanan parçaların sanal ortamda montajı yapılmıştır. Yapılan entegrasyon sonucu ağırlığın yaklaşık %50 azaldığı ve çelik yapıya göre 3 kata yakın yapısal dayanım artışının olduğu elde edilmiştir.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, otomotiv endüstrisinde hafifletme çalışmalarına yenilikçi bir yaklaşım olarak CFIP prosesine uygun kafes yapılı parçaların entegrasyonu gerçekleştirilmiştir. CATIA ve SolidWorks destekli yapısal analizler ve montajlar yapılmıştır. Bu çalışmada ön kaput ve yan kapıların entegrasyonu yapılmıştır. Diğer parçaların entegrasyon süreçleri ve tasarım düzeltmeleri devam etmektedir. Önerilen CFRP tasarımın çelik konstrüksiyona kıyasla önceki çalışmalardan elde edilen bilgilere göre %52 oranında ağırlık azalımı sağladığını ve üstün titreşim sönümleme özellikleri sergilediği ve 3 kata yakınyapısal dayanım artışının olduğu kullanılan kompozitte görülmüştür. Ölçekli entegrasyon tamamlandığında da benzer ağırlık azalımının gerçekleşeceği öngörülmüştür. Ölçekli parçaların prototip üretimiyle imalat süreçleri doğrulanan bu yöntemin, elektrikli araçlarda menzil verimliliğini artırma potansiyeli yüksektir.

Ayrıca bu araştırmada ağırlık azaltmadan daha önemli olan üretimin yeni bir teknoloji ile yapılması buda kalıp,zaman,işçlik,maliyet ,yerinde üretim, tasarım esnekliği ve lojistik açıdan geleneksel üretimden daha çok ön plana çıkmaktadır. Bu yapılırken malzemede ağırlık azaltma, uzun ömür, hava şartlarına dayanıklılık ve çevre şartlarına uyumlu malzemelerin de kullanımı sağlanmaktadır.

Gelecek çalışmalarda, tasarlanan parçaların araç şasisine tam entegrasyonu ve tam boyutlu üretim için özelleşmiş enjeksiyon sistemlerinin geliştirilmesi hedeflenmektedir. Bu sayede yöntemin sadece otomotivde değil, havacılık ve savunma sanayi gibi kritik sektörlerde de uygulanabilirliğinin artacağı düşünülmektedir.

NOT: Bu çalışmada entegrasyonu yapılan ve Dilara çiçek tarafından yapılan mezuniyet projesi "**Mokap otomobilin ön kaput ve oturma yüzeyinin 3d yazıcı, cfip prosesi ve iskelet yapıya uygun kafes yapıda tasarımı analizi ve üretimi"**, **TÜBİTAK 2209-A** Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri kapsamında **TÜBİTAK** tarafından desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

- **Balbaba, H.K (2025).** Mokap Otomobil Kapısının Ve Kapı Oturma Yüzeyinin 3d Yazıcı, Cfıp Üretim Prosesi Ve İskelete Uygun Kafes Yapıda Tasarımı Analizi Ve Üretimi**.** Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Otomotiv Mühendisliği Mezuniyet Projesi
- **Çiçek, D. (2024).** Mokap Otomobilin Ön Kaput Ve Oturma Yüzeyinin 3d Yazıcı, Cfıp Prosesi Ve İskelet Yapıya Uygun Kafes Yapıda Tasarımı Analizi Ve Üretimi. Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Otomotiv Mühendisliği Mezuniyet Projesi
- **Kılınç , Ş. (2023).** Mokap Otomobilin Kafes Yapılı Çamurluğunun Tasarımı Analizi, 3d Yazıcı Ve Uzun Karbon Fiber Lifli Polimer Enjeksiyon Teknolojisi (Cfıp) İle Üretimi**.** Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Otomotiv Mühendisliği Mezuniyet Projesi
- **Sever, M. (2024).** Mokap Otomotbilin Tavanının 3D Yazıcı, CFIP Üretim Prosesi Ve İskelet Yapıya Uygun Kafes Tasarımı, Analiz Ve Üretimi. Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Otomotiv Mühendisliği Mezuniyet Projesi
- **Uyar, M. (2024).** Mokap Otomobilin Şasisinin 3D Yazıcı, CFIP Üretim Prosesi Ve İskelet Yapıya Uygun Kafes Yapı Tasarımı, Analizi Ve Üretimi. Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi Otomotiv Mühendisliği Mezuniyet Projesi
- **Demir Y. And Erşan K.** "Mokap Otomobil İskeletinin 3D Yazıcıya Ve Uzun Karbon FiberLifli Polimer (CFRP) Teknolojisine Uygun Kafes Yapıda Tasarımı VeAnalizi," International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches
- **Alaçam, A., Balbaba, H. K., & Erşan, K., (2025)**. Desıgn, Analysıs And Manufacturıng Of A Mokap Automobıledoor Wıth A Cage Structure Suıtable For 3d Prıntıng Andthe Cfıp Process (Mokap Otomobil Kapısının 3d Yazıcı Ve (Cfıp)Prosesine Uygun Kafes Yapıda Tasarımı,Analizi Ve Üretimi) . 3rd Interna Tıonal Thales Congress On Lıfe, Engıneerıng, Archıtecture And Mathematıcs 23-24 Aprıl 2025 (Pp.373). Kahire, Egypt
- **Erşan, K., Demiroğlu, Y. A., & Güldür, B., (2018).** Design and Manufacturing of Real-Scale-Mockup-Car Door Via 3d Printer. journal of new results in science , vol.7, no.3, 54-66.
- **Aygar, B. C., Mavi, A., & Erşan, K., (2025**). mokap otomobilin tekerlek taşıyıcısının 3d yazıcı, cfıp üretim prosesine ve şasiye uygun kafes yapıda tasarımı, analizi ve üretimi . 3rd ınternatıonal thales congress on lıfe, engıneerıng, archıtecture and mathematıcs (pp.389-398). cairo, egypt
- **Sabha, A., Güner, S. B., & Erşan, K., (2025)**. Desıgn, Analysıs, And Productıon Of The Rearmotor Mount Of The Mock-Up Automobıle Ina Cage Structure Suıtable For 3d Prıntıng,Cfıp Manufacturıng Process And Chassıs (Mokap Otomobilin Arka Motor Taşıyıcısının 3d Yazıcı, Cfıpüretim Prosesine Ve Şasiye Uygun Kafes Yapıda Tasarımı,Analizi Ve Üretimi . 3rd Internatıonal Thales Congress On Lıfe, Engıneerıng, Archıtecture And Mathematıcs 23-24 Aprıl 2025 (Pp.380-390). Kahire, Egypt
- **Gibson, I., Rosen, D. W., & Stucker, B. (2021).** *Additive Manufacturing Technologies: 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing.* Springer Nature.
- **Reis, J. P., et al. (2020).** "Lattice structures in additive manufacturing: A review." *Applied Sciences*.
- **Mallick, P. K. (2007).** *Fiber-reinforced composites: materials, manufacturing, and design.* CRC Press.
- **Soutis, C. (2005).** "Fibre reinforced composites in aircraft construction." *Progress in Aerospace Sciences*.
- **Luan, C., et al. (2019).** "Design and fabrication of continuous fiber reinforced composite structures with optimized fiber path." *Composite Structures*.
- **Parandoush, P., & Lin, D. (2017).** "A review on additive manufacturing of polymer-fiber composites." *Composite Structures*
- **Morello, L., et al. (2011).** *The Automotive Body: Volume 1: Components Design.* Springer Science & Business Media.

- **Zhang, Y., et al. (2018).** "Multi-objective optimization of lightweight electric vehicle body structures." *Structural and Multidisciplinary Optimization*. SAYFA NO BAK
- https://paslanmazcelikdunyasi.com/haber/link-drive-mekanizmali-sac-sekillendirme-presi-tasarimi-ve-prototip-imalati-15389 (ulaşım.12.2025)
- **Farag, M.M. 2008**. Quantitative methods of materials substitution: Application to automotive components. Material Design, 29, 374–380.

TECHNICAL PERFORMANCE ASSESSMENT OF STANDALONE HYBRID RENEWABLE ENERGY SYSTEMS FOR GREEN HYDROGEN PRODUCTION

Batın DEMİRCAN
Balıkesir University, Balıkesir Vocational School, Department of Electronics and Automation, 10145 Balıkesir
ORCID: 0000-0002-0765-458X
Tuğçe YAREN
Balıkesir University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronics Engineering, 10145 Balıkesir
ORCID: 0000-0001-9937-3111

ABSTRACT

In this study presents a comparative assessment of the technical performance and green hydrogen production capacity of a stand-alone hybrid renewable energy system composed of photovoltaic (PV) panels, wind turbines, a battery storage unit, an electrolyzer, and a hydrogen tank. The analysis focuses on two industrial regions in Türkiye Balıkesir Bandırma Organized Industrial Zone (OSB) and İzmir Aliağa OSB to examine how location-specific renewable resource profiles influence system behavior under fully off-grid operating conditions.

Bandırma OSB, located in the Marmara Region, exhibits a combination of moderate solar potential and relatively high wind speeds, providing a balanced contribution from PV and wind generation. In contrast, İzmir Aliağa OSB, situated along the Aegean coast, is among the industrial zones in Türkiye with the highest wind energy potential, supported by favorable solar radiation levels. For both locations, hybrid system configurations were developed using the HOMER Pro software, and detailed analyses were conducted on hourly energy flows, electrolyzer operating characteristics, battery performance, renewable energy share, and annual hydrogen production.

Overall, the comparative findings demonstrate that spatial variations in renewable resource availability exert a significant influence on hydrogen production and system-level techno-economic performance. These results offer valuable insights for regional green hydrogen planning and support the development of robust, low-carbon energy systems in industrial applications.

Keywords: Green hydrogen, hybrid energy system, photovoltaic (PV), wind energy, hydrogen storage.

YEŞIL HİDROJEN ÜRETİMİ İÇİN ŞEBEKEDEN BAĞIMSIZ HİBRİT ENERJİ SİSTEMLERİNİN PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ

ÖZET

Bu çalışmada, fotovoltaik paneller (PV), rüzgâr türbinleri, akü sistemi, elektrolizör ve hidrojen tankı bileşenlerinden oluşan şebekeden bağımsız bir hibrit yenilenebilir enerji sisteminin teknik performansını ve yeşil hidrojen üretim kapasitesini karşılaştırmalı olarak değerlendirmektedir. Analiz kapsamında Türkiye'deki iki sanayi bölgesi, Balıkesir Bandırma Organize Sanayi Bölgesi (OSB) ile İzmir Aliağa OSB ele alınmış olup, bölgeye özgü yenilenebilir kaynak profillerinin tam bağımsız çalışma koşullarında sistem davranışı üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Marmara Bölgesi'nde yer alan Bandırma OSB, orta düzeyde güneşlenme potansiyeli ile nispeten yüksek rüzgâr hızlarının birlikte görüldüğü bir yapıya sahip olup, bu özellikler dengeli bir PV–rüzgâr enerji katkısı sağlamaktadır. Buna karşılık, Ege kıyısında konumlanan İzmir Aliağa OSB, Türkiye'deki sanayi bölgeleri arasında en yüksek rüzgâr enerjisi potansiyeline sahip bölgelerden biri olup, bu potansiyel elverişli güneş radyasyonu ile desteklenmektedir. Her iki lokasyon için HOMER Pro yazılımı kullanılarak hibrit sistem konfigürasyonları oluşturulmuş; saatlik enerji akışları, elektrolizör çalışma profili, batarya performansı, yenilenebilir enerji payı ve yıllık hidrojen üretimi ayrıntılı biçimde analiz edilmiştir.

Genel olarak elde edilen karşılaştırmalı sonuçlar, yenilenebilir kaynakların mekânsal dağılımındaki farklılıkların hidrojen üretim miktarı ve sistem düzeyinde tekno-ekonomik performans üzerinde belirleyici bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, bölgesel yeşil hidrojen planlamasına yönelik önemli çıkarımlar sunmakta ve sanayi uygulamalarında dayanıklı, düşük karbonlu enerji sistemlerinin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yeşil hidrojen, hibrit enerji sistemi, güneş enerjisi (pv), rüzgâr enerjisi, hidrojen depolama.

1. INTRODUCTION

The increasing global energy demand and the growing pressure to reduce greenhouse gas emissions have accelerated the transition toward renewable energy-based power generation systems. In this context, stand-alone hybrid renewable energy systems have emerged as a viable solution, particularly in regions where grid connectivity is limited or where energy autonomy holds strategic importance. Such systems integrate multiple renewable energy sources together

with energy storage units to mitigate the intermittent and variable nature of individual renewable resources (Matera et al., 2023).

Hybrid systems that combine photovoltaic and wind energy technologies have been extensively investigated in literature due to their complementary generation characteristics. While photovoltaic systems are directly dependent on solar irradiance conditions, wind turbines can contribute to energy production during periods of low solar availability. Nevertheless, the stochastic nature of both resources necessitates their integration with energy storage systems and the application of appropriate system sizing strategies to ensure uninterrupted satisfaction of load demands (Shezan, 2019).

Beyond electricity generation, the integration of renewable energy systems with hydrogen production technologies has attracted increasing attention in line with deep decarbonization objectives. Green hydrogen produced through water electrolysis using electricity generated from renewable sources offers a versatile energy carrier that can be stored over long durations and utilized across industrial, transportation, and energy sectors. The incorporation of electrolyzers and hydrogen storage units into hybrid renewable energy systems enables the conversion of surplus renewable electricity into chemical energy, thereby enhancing system flexibility and energy supply security (Kean et al., 2018).

The design and techno economic assessment of such integrated systems remain an active area of research. System performance is influenced by multiple factors, including component capacities, operational strategies, and energy storage configurations. Previous studies have reported that inadequate sizing of generation, storage, or conversion components may lead to a significant increase in system costs or adversely affect system reliability. Consequently, optimization-based approaches that simultaneously consider both economic and technical criteria have become a fundamental tool in the design of hybrid renewable energy systems (Cho et al., 2016).

In addition, location specific characteristics of renewable energy resources play a decisive role in determining overall system performance. Even when an identical system architecture is employed, regional variations in wind speed distributions and solar irradiance profiles can directly influence energy production levels, storage requirements, and hydrogen production potential. Therefore, conducting comparative assessments across different geographical regions is of critical importance for identifying the most suitable locations for renewable energy-based hydrogen production facilities (Zhou et al., 2019).

In this study investigates an off-grid hybrid renewable energy system composed of photovoltaic panels, wind turbines, a battery energy storage system, an electrolyzer, and hydrogen storage units, with the primary objective of green hydrogen production. While maintaining the same system architecture and simulation parameters, only the renewable energy resource data were modified, and the analyses were conducted for two distinct industrial regions in Türkiye, namely Bandırma OSB and İzmir Aliağa OSB. Within the scope of the study, the technical performance, energy production characteristics, and techno economic indicators of the system were comparatively evaluated for both locations using the HOMER Pro software (HOMER-Ul Solutions, 2025)The obtained results aim to reveal the impact of location specific renewable energy potential on system performance and green hydrogen production capacity.

2. MATERIAL AND METHODS

The location of the Bandırma OSB within the provincial boundaries of Balıkesir, together with the surrounding residential areas and transportation networks, is presented within the scope of this study. The proximity of the region to the Sea of Marmara and the surrounding topographical characteristics provide an important reference for evaluating the wind and solar energy potential. The geographical location used for site selection in the HOMER Pro software is shown in Figure 1.



Fig. 1. Geographical location of the Bandırma Organized Industrial Zone

The geographical location of the İzmir Aliağa OSB used for site selection in the HOMER Pro software is shown in Figure 2.

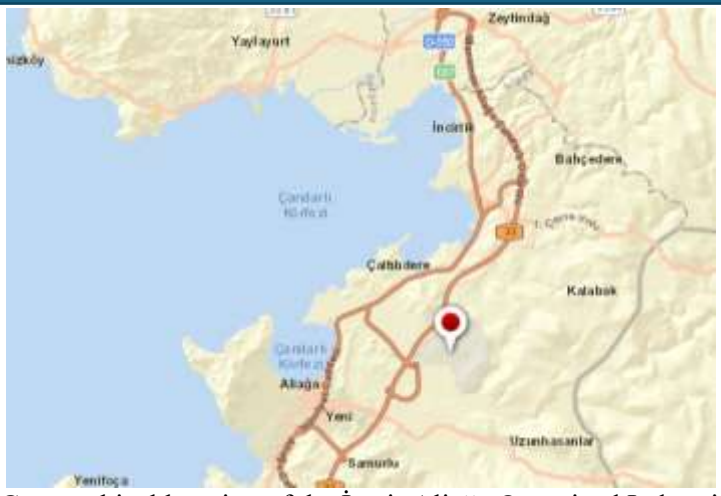


Fig. 2. Geographical location of the İzmir Aliağa Organized Industrial Zone

The off grid simulation structure developed within the HOMER Pro software is shown in Figure 3. The system configuration illustrates the distribution of electrical energy generated by the LTW77 wind turbine and photovoltaic (PV) panels to electrical loads, the electrolyzer, and the battery energy storage system through AC and DC buses. The electrical load defined within the system has a daily energy consumption of 8400 kWh and a peak power demand of 500 kW. The electrolyzer is supplied through the DC bus and enables the conversion of electrical energy obtained from renewable sources into hydrogen. The produced hydrogen is stored in a hydrogen tank and consumed through the hydrogen load. Energy conversion between the AC and DC sides is performed by a bidirectional converter.

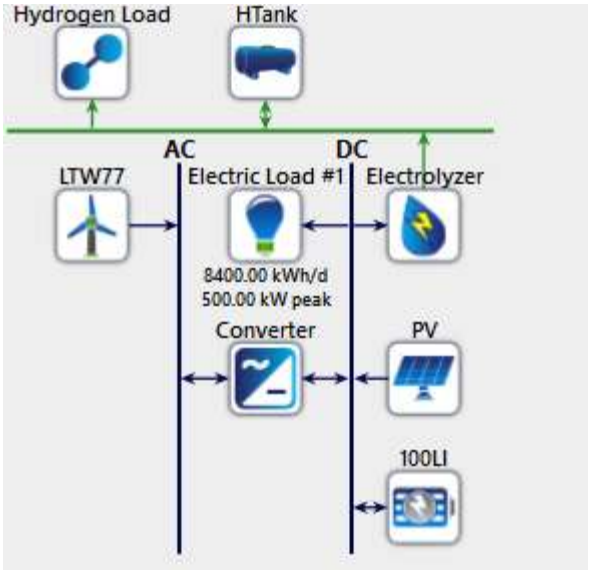


Fig. 3. General architecture of the off grid hybrid renewable energy system developed in the HOMER Pro software

Following the system definition, the user specific load profile must be defined. In this context, the electrical load used in the system is defined with an average daily energy consumption of 8400 kWh and a peak power demand of 500 kW, as shown in Figure 4. An examination of the hourly load profile indicates that the load demand increases during daytime hours, while lower demand levels are observed during nighttime. The seasonal profile demonstrates that the load characteristic is kept largely constant throughout the year, reflecting a continuous industrial type consumption pattern. The annual load map presents the temporal distribution of energy demand over the entire year.

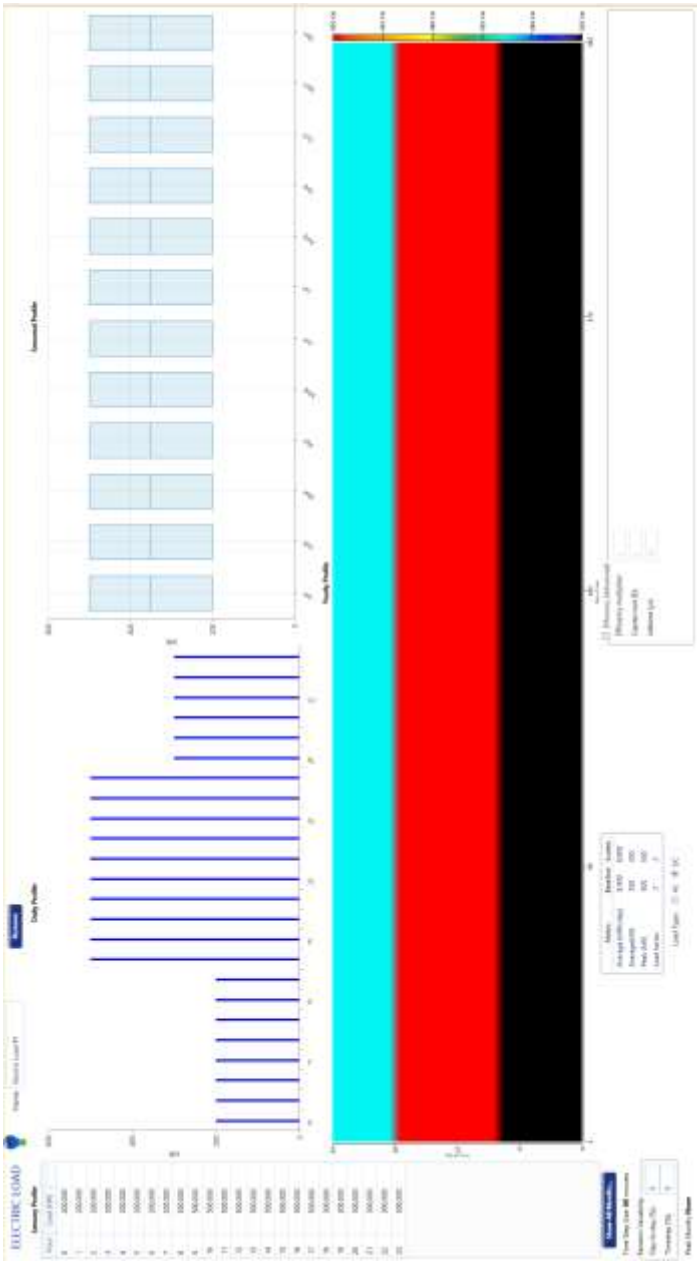


Fig. 4. Electrical load profile defined for both Organized Industrial Zones

Within the scope of the study, the Leitwind 77 model wind turbine with a nominal power rating of 1000 kW, manufactured by Leitwind, was employed for wind energy generation. The wind turbine was modeled in the HOMER Pro software based on manufacturer data available in the software library. An economic lifetime of 20 years was assumed for the wind turbine. The number of wind turbines was defined to vary between 0 and 3 units during the optimization process, and the most suitable configuration was determined by the HOMER optimization algorithm. The electrical output of the wind turbine was connected to the AC bus and made available for supplying the electrical load, battery charging, and electrolyzer operation.

For hydrogen production, the generic electrolyzer model available in the HOMER Pro software was utilized. The electrolyzer capacity was defined to vary between 200 kW and 1000 kW within the optimization process, and its impact on overall system performance was evaluated. The electrolyzer efficiency was assumed to be 65%, and the minimum load ratio was limited to 20%. The economic lifetime of the electrolyzer was defined as 15 years. The electrolyzer was connected to the DC bus, enabling the direct conversion of electrical energy generated from renewable sources into hydrogen. The operating strategy was set to optimized mode, aiming to activate the electrolyzer only when sufficient excess renewable energy was available in the system.

To store the produced hydrogen, a generic hydrogen tank model was employed. The tank capacity was defined in discrete options ranging from 100 kg to 2000 kg and evaluated within the system optimization framework. Hydrogen tank costs were entered into the HOMER Pro database to increase proportionally with capacity. The hydrogen tank was connected to the electrolyzer outlet, allowing the produced hydrogen to be stored and delivered to the hydrogen load in a regulated manner. This configuration mitigates the effects of fluctuations in renewable energy generation on hydrogen consumption and enhances the continuity of system operation. The hydrogen load defined in the system was modeled to represent an industrial consumption profile, incorporating hourly, daily, and seasonal variability. The average hydrogen consumption was determined to be approximately 11.26 kg/day, while the peak hydrogen demand was defined as 2.09 kg/h. Daily and seasonal profiles were constructed to reflect potential variations in hydrogen demand throughout the day and over the year.

Energy conversion between the AC and DC buses was achieved using a generic system converter. The converter capacity was defined within the range of 0–1000 kW during the optimization process, and the optimal capacity was determined through HOMER optimization.

The inverter and rectifier efficiencies were both assumed to be 95%, and the economic lifetime of the converter was defined as 15 years. The converter facilitates energy flow between DC side components, such as the photovoltaic system, battery, and electrolyzer, and AC side components, including the wind turbine and electrical loads.

A generic flat plate photovoltaic system model was employed in the study. The unit cost of the PV system was defined as 600 USD/kW, and the system lifetime was assumed to be 25 years. A derating factor of 88% was applied to account for performance losses associated with site specific conditions such as temperature effects, soiling, and cable losses. The PV system was connected to the DC bus, and the generated energy was primarily used to supply electrical loads, followed by battery charging and electrolyzer operation. This configuration increases the contribution of solar energy to hydrogen production, particularly during summer months.

For energy storage purposes, a lithium ion battery model with a capacity of 100 kWh was utilized. The nominal battery voltage was defined as 600 V, and the round trip efficiency was assumed to be 90%, with maximum charge and discharge currents constrained. The battery lifetime was limited to either 15 years or an energy throughput of 300,000 kWh. The initial state of charge was set to 100%, while the minimum state of charge was defined as 20%. The battery system was integrated to balance short term fluctuations in renewable energy generation and to ensure stable power supply to both the electrolyzer and electrical loads.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The life cycle cost distribution of the off grid hybrid renewable energy system modeled for the Bandırma OSB is shown in Figure 5. According to the simulation results, the total net present cost (NPC) of the system was calculated to be approximately 32–33 million USD. A substantial portion of the total cost is attributed to initial investment expenditures, with capital costs accounting for nearly 65–70% of the overall NPC.

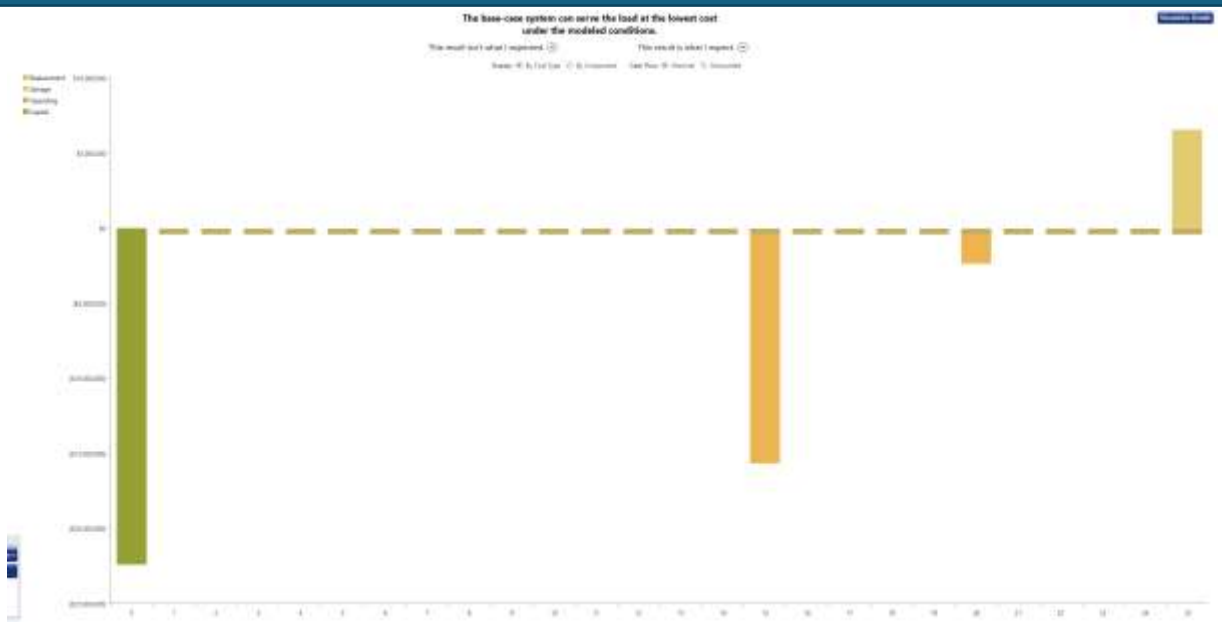
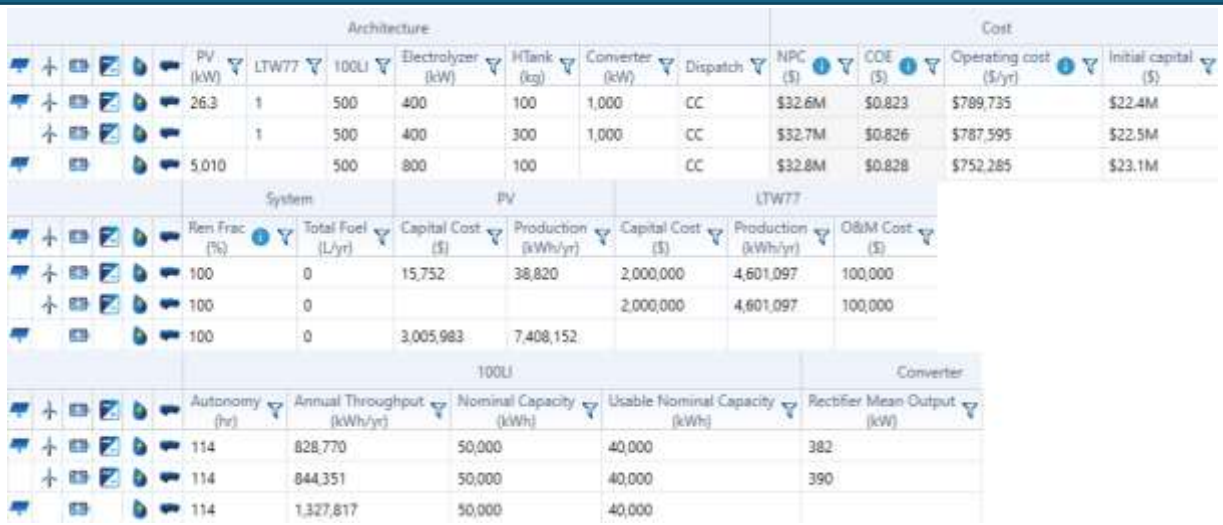


Fig. 5. Results-I

An examination of the initial investment costs in Figure 5 indicates that the wind turbine, with an approximate cost of 2.0 million USD, together with the electrolyzer system and hydrogen storage units, plays a dominant role in the overall capital expenditure. In addition, the battery energy storage system and power converter units also contribute to the investment costs. The annual operating costs were calculated to be in the range of approximately 750,000–800,000 USD per year, representing a relatively small share of the total cost. Replacement costs become more prominent particularly for the electrolyzer and battery systems due to the different economic lifetimes of system components, while salvage values slightly reduce the total cost at the end of the system lifetime. The resulting cost distribution demonstrates that although renewable energy based hydrogen production systems involve high initial investment costs, long term economic sustainability can be achieved through relatively low operating expenditures. The optimization results and system performance indicators of the off grid hybrid renewable energy system modeled for the Bandırma OSB are shown in Figure 6. As a result of the optimization performed by the software, three main system configurations with different component capacities were obtained.



Architecture								Cost			
PV (kW)	LTW77	100LI	Electrolyzer (kW)	HTank (kg)	Converter (kW)	Dispatch	NPC ($)	COE ($)	Operating cost ($/yr)	Initial capital ($)
26.3	1	500	400	100	1,000	CC	$32.6M	$0.823	$789,735	$22.4M
	1	500	400	300	1,000	CC	$32.7M	$0.826	$787,595	$22.5M
5,010		500	800	100		CC	$32.8M	$0.828	$752,285	$23.1M

System		PV		LTW77		
Ren Frac (%)	Total Fuel (L/yr)	Capital Cost ($)	Production (kWh/yr)	Capital Cost ($)	Production (kWh/yr)	O&M Cost ($)
100	0	15,752	38,820	2,000,000	4,601,097	100,000
100	0			2,000,000	4,601,097	100,000
100	0	3,005,983	7,408,152			

100LI				Converter
Autonomy (hr)	Annual Throughput (kWh/yr)	Nominal Capacity (kWh)	Usable Nominal Capacity (kWh)	Rectifier Mean Output (kW)
114	828,770	50,000	40,000	382
114	844,351	50,000	40,000	390
114	1,327,817	50,000	40,000	

Fig. 6. Results-II

n the first configuration for the Bandırma OSB, the system was configured to include 26.3 kW of photovoltaic capacity, one 1 MW wind turbine (LTW77), a 500 kWh battery energy storage system, a 400 kW electrolyzer, a 100 kg hydrogen tank, and a 1000 kW power converter. For this configuration, the total net present cost (NPC) was calculated as 32.6 million USD, while the cost of energy (COE) was determined to be 0.823 USD/kWh. The annual operating cost of the system amounted to 789,735 USD per year, and the initial capital cost was calculated to be 22.4 million USD. The renewable energy fraction reached 100%, and no fossil fuel consumption was observed within the system.

Within the same configuration, the annual electricity generation of the photovoltaic system was calculated as 38,820 kWh/year, whereas the wind turbine produced 4,601,097 kWh/year. The annual energy throughput of the electrolyzer was determined as 828,770 kWh/year, with an average output power of approximately 382 kW. The nominal capacity of the battery system was defined as 50,000 kWh, while the usable nominal capacity was 40,000 kWh, resulting in an energy autonomy of 114 hours.

In the second configuration, the hydrogen storage capacity was increased to 300 kg, while all other component capacities were kept constant. Under this configuration, the total NPC increased slightly to 32.7 million USD, the COE rose to 0.826 USD/kWh, and the annual operating cost was calculated as 787,595 USD per year. The annual energy throughput of the electrolyzer increased to 844,351 kWh/year, with an average output power of 390 kW. These results indicate that increasing the hydrogen storage capacity moderately enhances the

operational continuity of the electrolyzer, while having a negligible impact on the overall system cost.

In the third configuration, the installed photovoltaic capacity was increased to 5010 kW, the electrolyzer capacity was set to 800 kW, and the hydrogen tank capacity was maintained at 100 kg. For this configuration, the total NPC was calculated as 32.8 million USD, the COE as 0.828 USD/kWh, and the initial capital cost as 23.1 million USD. In this scenario, the annual electricity generation of the PV system reached 3,005,983 kWh, while the wind turbine annual generation increased to 7,408,152 kWh. The annual energy throughput of the electrolyzer was calculated as 1,327,817 kWh/year, indicating a significant increase in hydrogen production potential due to the higher installed renewable capacity.

Across all configurations, the renewable energy fraction remained at 100%, and the system consistently provided an energy autonomy of 114 hours. These results demonstrate that the hybrid system designed for the Bandırma OSB can sustainably maintain both electricity and hydrogen production under fully off grid operating conditions. The numerical findings further reveal that wind energy constitutes the dominant generation source within the system, while the photovoltaic system plays a supportive role in enhancing electrolyzer performance, particularly in high capacity scenarios. Figure 6 presents the life cycle cost distribution of the off grid hybrid renewable energy system modeled for the İzmir Aliağa OSB. The figure illustrates the distribution of the net present cost (NPC) across capital, operating, replacement, and salvage cost components. The results obtained for Aliağa OSB indicate that the total NPC falls within the range of approximately 32–33 million USD, which is comparable to the values obtained for the Bandırma OSB.

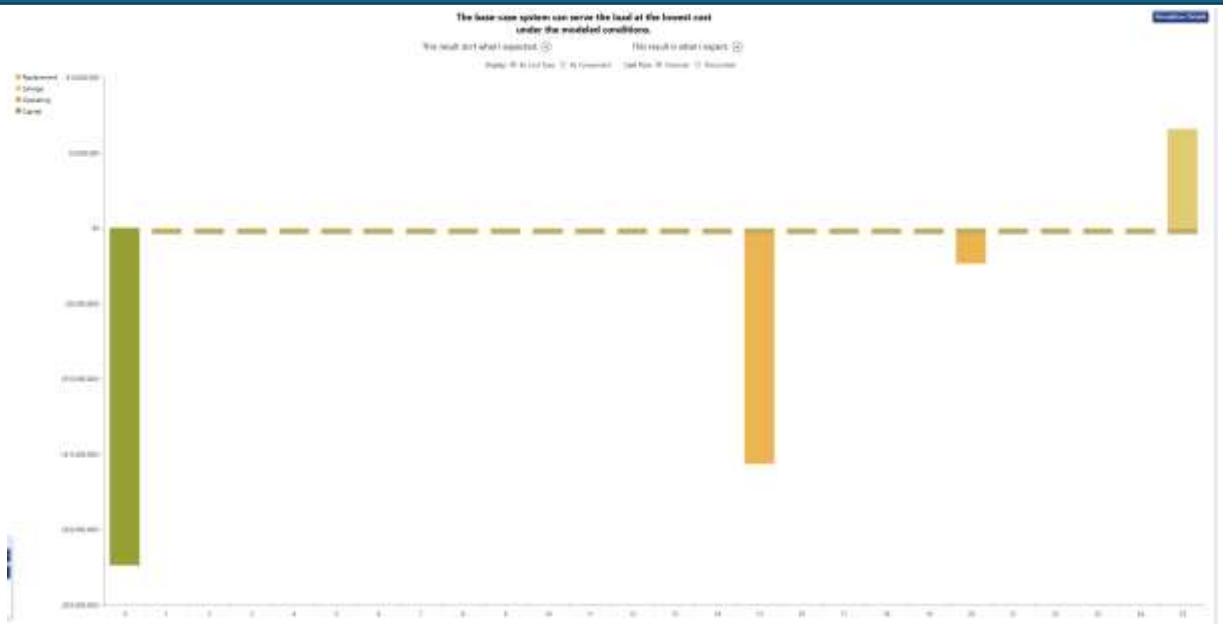
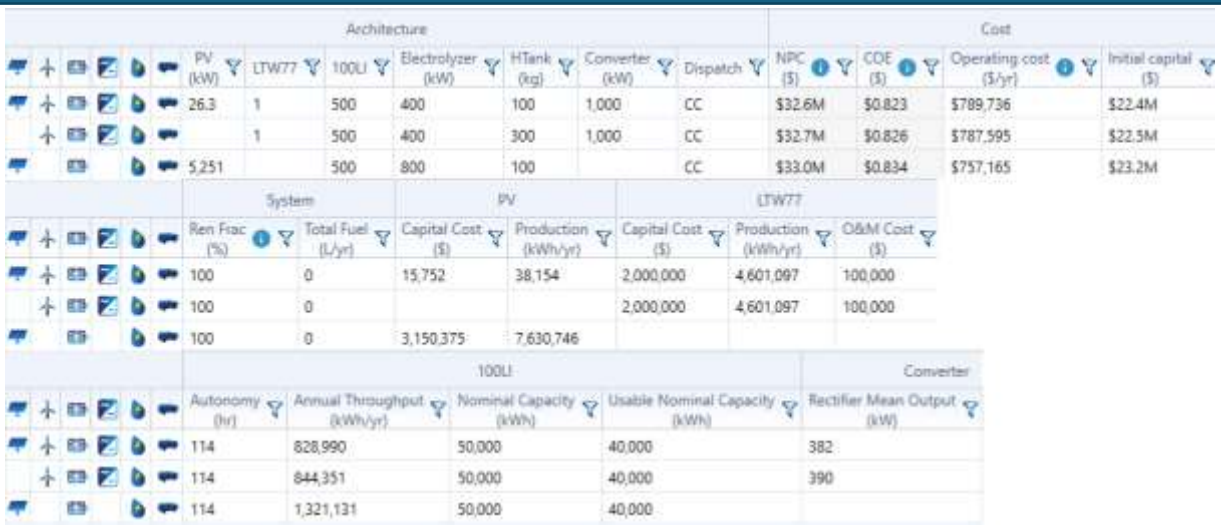


Fig. 7. Results-III

An examination of the cost distribution in Figure 7 clearly indicates that, similar to the Bandırma OSB scenario, the dominant portion of the total cost in the Aliağa OSB case originates from initial capital investment expenditures. In particular, the capital costs associated with the wind turbine, electrolyzer, and energy storage components play a decisive role in the overall net present cost. Operating costs constitute a relatively limited share of the total cost, with annual operating expenditures remaining at approximately 0.75–0.80 million USD per year, comparable to those observed in the Bandırma scenario. Replacement costs become more prominent for the electrolyzer and battery systems due to the differing economic lifetimes of system components, while salvage values provide only a limited reduction in the total cost at the end of the system lifetime. The resulting cost structure demonstrates that, despite the high wind energy potential of the region, investment costs remain the dominant factor in the overall system economics. This outcome suggests that, in the comparison between the two regions, economic differences are relatively limited, whereas production characteristics and performance indicators are expected to be more decisive.

Figure 7 also presents the optimization results and key techno economic performance indicators of the off grid hybrid renewable energy system modeled for the İzmir Aliağa OSB. As a result of the optimization performed by the HOMER Pro software, three different system configurations were obtained, similar to those identified for the Bandırma OSB scenario.



Architecture								Cost			
PV (kW)	LTW77	100LI	Electrolyzer (kW)	HTank (kg)	Converter (kW)	Dispatch	NPC ($)	COE ($)	Operating cost ($/yr)	Initial capital ($)
26.3	1	500	400	100	1,000	CC	$32.6M	$0.823	$789,736	$22.4M
	1	500	400	300	1,000	CC	$32.7M	$0.826	$787,595	$22.5M
5,251		500	800	100		CC	$33.0M	$0.834	$757,165	$23.2M

System		PV		LTW77		
Ren Frac (%)	Total Fuel (L/yr)	Capital Cost ($)	Production (kWh/yr)	Capital Cost ($)	Production (kWh/yr)	O&M Cost ($)
100	0	15,752	38,154	2,000,000	4,601,097	100,000
100	0			2,000,000	4,601,097	100,000
100	0	3,150,375	7,630,746			

100LI				Converter
Autonomy (hr)	Annual Throughput (kWh/yr)	Nominal Capacity (kWh)	Usable Nominal Capacity (kWh)	Rectifier Mean Output (kW)
114	828,990	50,000	40,000	382
114	844,351	50,000	40,000	390
114	1,321,131	50,000	40,000	

Fig. 8. Results-IV

In the first configuration, the system was configured to include 26.3 kW of photovoltaic capacity, one 1 MW wind turbine (LTW77), a 500 kWh battery energy storage system, a 400 kW electrolyzer, a 100 kg hydrogen tank, and a 1000 kW power converter. For this configuration, the total net present cost (NPC) was calculated as 32.6 million USD, the cost of energy (COE) as 0.823 USD/kWh, and the annual operating cost as 789,736 USD per year. The initial capital cost was determined to be 22.4 million USD, and the renewable energy fraction of the system reached 100%.

Under this configuration, the annual electricity generation of the photovoltaic system was calculated as 38,154 kWh/year, while the wind turbine generated 4,601,097 kWh/year. The annual energy throughput of the electrolyzer, representing its annual electricity consumption, reached 828,990 kWh/year, and the average rectifier output power of the electrolyzer was calculated as 382 kW. The nominal capacity of the battery system was defined as 50,000 kWh, with a usable capacity of 40,000 kWh, resulting in an energy autonomy of 114 hours.

In the second configuration, the hydrogen storage capacity was increased to 300 kg, while all other system components were kept constant. In this case, the total NPC increased slightly to 32.7 million USD, the COE to 0.826 USD/kWh, the annual operating cost to 787,595 USD per year, and the initial capital cost to 22.5 million USD. The annual energy throughput of the electrolyzer was calculated as 844,351 kWh/year, with an average output power of 390 kW. These results indicate that increasing the hydrogen storage capacity enhances the operational continuity of the electrolyzer to a limited extent.

In the third configuration, the installed photovoltaic capacity was increased to 5,251 kW, the electrolyzer capacity was set to 800 kW, and the hydrogen tank capacity was maintained at 100 kg. Under this scenario, the total NPC was calculated as 33.0 million USD, the COE as 0.834 USD/kWh, the annual operating cost as 757,165 USD per year, and the initial capital cost as 23.2 million USD. The annual electricity generation of the photovoltaic system reached 3,150,375 kWh, while the annual electricity generation of the wind turbine increased to 7,630,746 kWh/year. The annual energy throughput of the electrolyzer was determined to be 1,321,131 kWh/year, demonstrating that the increased renewable generation capacity significantly enhances the hydrogen production potential.

Across all configurations, the renewable energy fraction of the system remained at 100%, and the energy autonomy was consistently maintained at 114 hours. These findings demonstrate that the hybrid system designed for the Aliağa OSB can sustainably perform electricity and hydrogen production under fully off grid operating conditions. When compared to the Bandırma OSB scenario, the Aliağa OSB case clearly exhibits higher annual energy generation and electrolyzer annual energy throughput values, primarily due to the higher wind energy potential of the region.

CONCLUSIONS

This study comparatively evaluated an off grid hybrid renewable energy system composed of photovoltaic panels, wind turbines, a battery energy storage system, an electrolyzer, and hydrogen storage units for green hydrogen production in two different industrial regions. The same system architecture and simulation parameters were maintained for the Bandırma OSB and the İzmir Aliağa OSB, while only location specific renewable energy resource data were modified. This approach enabled a direct assessment of regional impacts on overall system performance.

The optimization results obtained for both locations demonstrated that the systems achieved a 100% renewable energy fraction and were able to operate without any fossil fuel input. The total net present cost (NPC) values for the Bandırma and Aliağa OSB scenarios were found to be at similar levels, ranging between 32.6 and 33.0 million USD. Likewise, the cost of energy (COE) was calculated within the range of 0.823–0.834 USD/kWh for both regions. These findings indicate that, when a fixed system architecture is adopted, changes in location have a limited influence on overall system costs.

Despite the similarity in economic indicators, notable differences were observed in the technical performance of the systems. For the Bandırma OSB scenario, the annual electricity generation from wind turbines was approximately 4.60 GWh, while the photovoltaic system production reached around 38.8 MWh/year in low PV capacity scenarios and increased to approximately 7.41 GWh/year in high PV capacity scenarios. Under these conditions, the annual energy throughput of the electrolyzer ranged between 0.83 and 1.33 GWh/year, corresponding to a moderate renewable resource profile and hydrogen production potential.

In contrast, the İzmir Aliağa OSB scenario exhibited higher total renewable energy generation due to its superior wind energy potential. In high-capacity scenarios, the annual electricity production of the photovoltaic system reached 3.15 GWh/year, while wind turbine generation displayed a higher and more stable profile. As a result, the annual energy throughput of the electrolyzer increased to approximately 1.32 GWh/year, providing a higher hydrogen production potential compared to the Bandırma OSB scenario. These findings clearly demonstrate that hydrogen production capacity is primarily driven by the availability of renewable energy resources rather than by economic indicators alone.

For both regions, the systems provided an energy autonomy of 114 hours and ensured stable operation against renewable generation fluctuations through a nominal battery capacity of 50 MWh (40 MWh usable capacity). Increasing the hydrogen storage capacity from 100 kg to 300 kg resulted in a limited improvement in the operational continuity of the electrolyzer, while having no significant impact on total system costs. This outcome indicates that hydrogen tank sizing is more critical for operational flexibility than for economic feasibility.

Overall, the results indicate that, under a fixed system architecture, changes in location have a limited effect on economic performance but a decisive influence on hydrogen production performance. In this context, the İzmir Aliağa OSB emerges as a more advantageous region for green hydrogen production compared to the Bandırma OSB, primarily due to its higher wind energy potential. The findings of this study highlight the critical importance of considering location specific renewable energy potential in the development of green hydrogen based decarbonization strategies for industrial zones.

ACKNOWLEDGMENT

The English translation and linguistic refinement of the manuscript were assisted by the large language model (LLM). The authors reviewed, verified, and finalized all content to ensure accuracy and integrity.

REFERENCES

Cho, J. H., Chun, M. G., & Hong, W. P. (2016). Structure Optimization of Stand-Alone Renewable Power Systems Based on Multi Object Function. *Energies 2016, Vol. 9, Page 649*, *9*(8), 649. https://doi.org/10.3390/EN9080649

HOMER-Ul Solutions. (2025). *HOMER*. https://www.homerenergy.com/products/pro/index.html

Kean, Y. W., Ramasamy, A. K., Sukumar, S., & Marsadek, M. (2018). Adaptive Controllers for Enhancement of Stand-Alone Hybrid System Performance. *International Journal of Power Electronics and Drive Systems (IJPEDS)*, *9*(3), 979–986. https://doi.org/10.11591/IJPEDS.V9.I3.PP979-986

Matera, N., Mazzeo, D., Baglivo, C., & Congedo, P. M. (2023). Energy Independence of a Small Office Community Powered by Photovoltaic-Wind Hybrid Systems in Widely Different Climates. *Energies 2023, Vol. 16, Page 3974*, *16*(10), 3974. https://doi.org/10.3390/EN16103974

Shezan, S. K. A. (2019). Optimization and assessment of an off-grid photovoltaic–diesel–battery hybrid sustainable energy system for remote residential applications. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, *38*(6), e13340. https://doi.org/10.1002/EP.13340

Zhou, Z., Wang, C., & Ge, L. (2019). Operation of Stand-Alone Microgrids Considering the Load Following of Biomass Power Plants and the Power Curtailment Control Optimization of Wind Turbines. *IEEE Access*, *7*, 186115–186125. https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8930534&utm_source=scite&getft_integrator=scite

MENZİL ARTTIRICILI ELEKTRİKLİ ARAÇLAR İÇİN 1B MİKRO GAZ TÜRBİNİ MODELLENMESİ

Harun GÜÇLÜ
Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Otomotiv Mühendisliği Bölümü
16059, Nilüfer, Bursa
ORCID: 0000-0002-5679-313X

ÖZET

Elektrikli araçlarda batarya kapasiteleri menzil sınırlamalarının ve uzun şarj sürelerinde devam etmesi nedenli ile Menzil Arttırıcılı Elektrikli Araçlara (REEV) olan ilgi artarak devam etmektedir. Bu araçlarda batarya durumu belirli bir seviyenin altına düştüğünde menzil artırıcı (İçten Yanmalı Motor, Yakıt Hücresi, Mikro Gaz Türbini) devreye girerek bataryayı şarj eder; elektrik araç sürüş menzilini arttırır. Yüksek güç yoğunluğu ve düşük emisyon özellikleri nedeniyle Mikro Gaz Türbinlerinin (MGT) menzil uzatıcı olarak kullanımı giderek daha fazla ilgi görmektedir. MGT sistem tasarımında istenilen performansların elde edilmesi için 1B modelleme tekniği sıkça kullanılmaktadır. Bu çalışmada 100 kW kapasiteli bir mikro gaz türbini Siemens Amesim program kullanılarak modellenmiştir. Sistem kompresör, yanma odası, türbin bileşenlerinden oluşmaktadır. Kompresör ve türbin haritaları Siemens Amesim üzerinden ölçekleme yöntemi ile oluşturulmuştur. Mikro gaz türbinin tasarım parametreleri şaft dönme hızı 88500 rpm, basınç oranı 5, hava debisi ise 0.82 kg/s olarak belirlenmiştir. Kompresör ve türbin verimleri sırasıyla 0.79 ve 0.89 olarak belirlenmiştir. Yakıt olarak Metan kullanılmıştır. Modelleme sonucunda kompresör ve türbin performanslıları incelenmiştir. Türbin Giriş Sıcaklığının (TIT) sistemin termal verimliliği üzerinde etkisi basınç oranına bağlı olarak gösterilmiştir. TIT arttıkça termal verimin arttığı belirli bir basınç oranından sonra düştüğü gözlemlenmiştir. Çalışma sonucunda Mikro gaz türbinlerinin elektrikli araçlar için verimli, sürdürülebilir ve kompakt bir menzil uzatıcı çözüm olduğunu gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: REEV, Mikro gaz türbini, Elektrikli araçlar, Siemens Amesim

MODELLING OF 1D MICRO GAS TURBINE FOR RANGE EXTENDER ELECTRIC VEHICLES

ABSTRACT

Interest in Range-Extended Electric Vehicles (REEVs) continues to grow due to the range limitations imposed by battery capacities in electric vehicles and persistent long charging times. In these vehicles, when the battery level drops below a certain threshold, a range extender (Internal Combustion Engine, Fuel Cell, or Micro Gas Turbine) activates to charge the battery, thereby extending the electric vehicle's driving range. The utilization of Micro Gas Turbines

(MGT) as range extenders is gaining increasing attention due to their high-power density and low emission characteristics. 1D modeling techniques are frequently employed in MGT system design to achieve desired performance outcomes. In this study, a 100-kW micro gas turbine was modeled using the Siemens Amesim software. The system consists of a compressor, combustion chamber, and turbine components. Compressor and turbine maps were generated using the scaling method within Siemens Amesim. The design parameters of the micro gas turbine were determined as a shaft rotational speed of 88500 rpm, a pressure ratio of 5, and an air mass flow rate of 0.82 kg/s. Compressor and turbine efficiencies were defined as 0.79 and 0.89, respectively. Methane was utilized as fuel. As a result of the modeling, compressor and turbine performances were examined. The effect of Turbine Inlet Temperature (TIT) on the system's thermal efficiency was demonstrated as a function of the pressure ratio. It was observed that thermal efficiency increases with rising TIT but declines after a certain pressure ratio. The study concludes that micro gas turbines represent an efficient, sustainable, and compact range extender solution for electric vehicles.

Keywords: REEV, Micro Gaz Turbine, Electric vehicle, Siemens Amesim

1. INTRODUCTION

The automotive industry is rapidly transitioning toward electric powertrains in order to reduce fossil fuel consumption and harmful emissions. The widespread adoption of Electric Vehicles (EVs) is constrained by challenges such as limited driving range due to the low energy density of lithium-ion batteries, long charging times, and insufficient charging infrastructure, particularly in developing countries (Ji et al. 2020). Because of these limitations, Range-Extended Electric Vehicles (REEVs) have emerged as a promising solution. REEVs incorporate an onboard Auxiliary Power Unit (APU) or engine to charge the battery and extend the driving range; this unit does not directly drive the wheels but operates solely as a generator to produce electricity (Weerakoon et al. 2023). This configuration enables the extension of the battery’s daily driving range while maintaining the battery state of charge (SOC). Since the range extender unit is mechanically decoupled from the vehicle drivetrain, it becomes possible to employ alternative engine types beyond conventional reciprocating internal combustion engines (Karvountzis-Kontakiotis et al. 2018). In this context, Micro Gas Turbines (MGTs) stand out as a promising technology for portable power generation applications and hybrid propulsion systems. Micro gas turbines are small-scale turbomachines, typically with power outputs below 500 kW. The main advantages of using MGT technology in REEVs include

multi-fuel capability (such as natural gas, LPG, diesel, hydrogen, etc.), low emission levels, reduced maintenance requirements, and a high power-to-weight ratio. Moreover, MGTs have fewer moving parts compared to internal combustion engines and generate lower vibration and noise during operation (Li et al. 2023). When compared to conventional diesel engine-based range extenders (ICERE), MGT-based range extenders (MGTRE) exhibit a higher power-to-weight ratio in the range of 0.48–0.8 kW/kg. Additionally, MGTs produce lower raw exhaust emissions (HC, CO, and NOx) than internal combustion engines and are lighter than an equivalent ICE (Wei et al 2023).

In this study, one-dimensional (1D) modelling of a micro gas turbine was carried out using Siemens Amesim. Thermodynamic system analyses were performed, and the effects of different turbine inlet temperatures on thermal efficiency, net power output, and specific fuel consumption were investigated.

2. MATERIAL AND METHODS

The main components of a micro gas turbine system consist of a compressor, a combustion chamber, and a turbine. Air drawn from the atmosphere is first compressed in the compressor; the air, with increased pressure and temperature, is then directed into the combustion chamber, where it is combusted together with the fuel. The high-pressure and high-temperature combustion products generated after the combustion process are expanded in the turbine to produce mechanical work. This cycle operates based on the simple Brayton cycle. Figure 1 presents the schematic representation of the simple Brayton cycle along with its temperature–entropy (T–s) diagram.

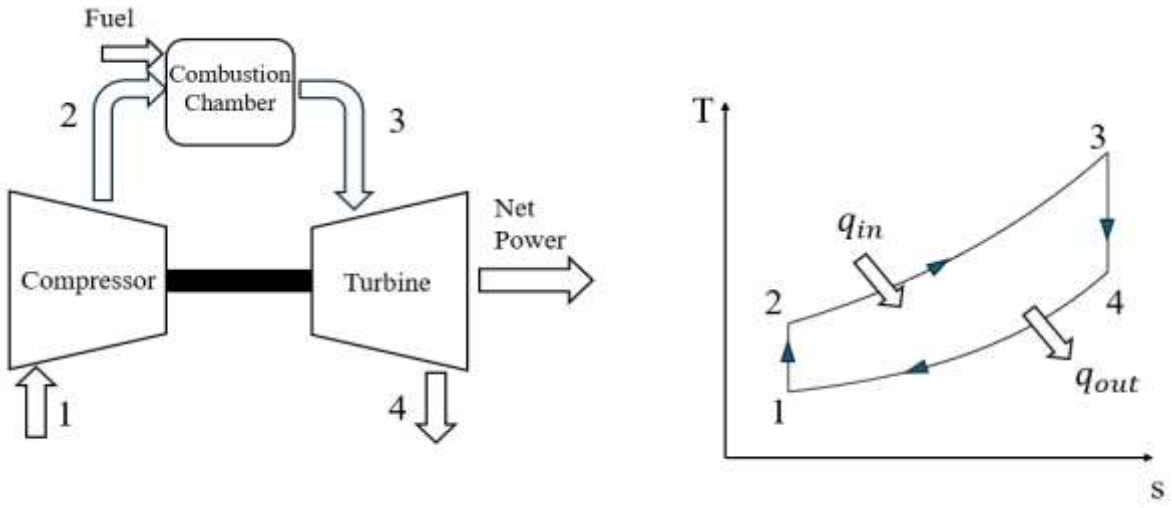


Fig. 1. Schematic of simple Brayton cycle and T-s diagram.

Siemens Amesim was used for the one-dimensional (1D) modeling of the system. As an initial step, the gaseous species present in air, the fuel, and the combustion products were defined within the software environment. Oxygen, argon, and nitrogen were specified as the constituent gases of air; methane (CH_4) was selected as the fuel; and carbon dioxide (CO_2) and water vapor (H_2O) were considered as the combustion products. In total, six different species were defined in Amesim, and their thermodynamic properties were implemented using the NASA polynomial format. Subsequently, the combustion reaction equation governing the reaction process in the combustion chamber was defined. The air composition and the combustion reaction equation are presented below.

Air Composition: $0.78109\ N_2 + 0.20954 O_2 + 0.00937 Ar$

Combustion Equation: $2O_2 + CH_4 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

For the development of the one-dimensional (1D) model of the system, the main components, namely the compressor, volume, combustion chamber, and turbine—were employed. The operating parameters of the micro gas turbine are presented in Table 1.

Table 1. Design parameters of micro gas turbine

	Unit	Value
Air flow	kg/s	0.85
Design point of shaft	rpm	90 000
Net Power	kW	182
Compressor efficiency	-	0.786
Turbine efficiency	-	0.879
Pressure ratio	-	5
Turbine Inlet Temperature (TIT)	K	1275
Specific fuel consumption (SFC)	kg/kWh	0.318
Ambient Pressure	barA	1.013
Ambient Temperature	K	288.15

The performance maps of the centrifugal compressor and the single-stage radial turbine, which were generated based on the design parameters of the micro gas turbine, are respectively illustrated in Figure 2.

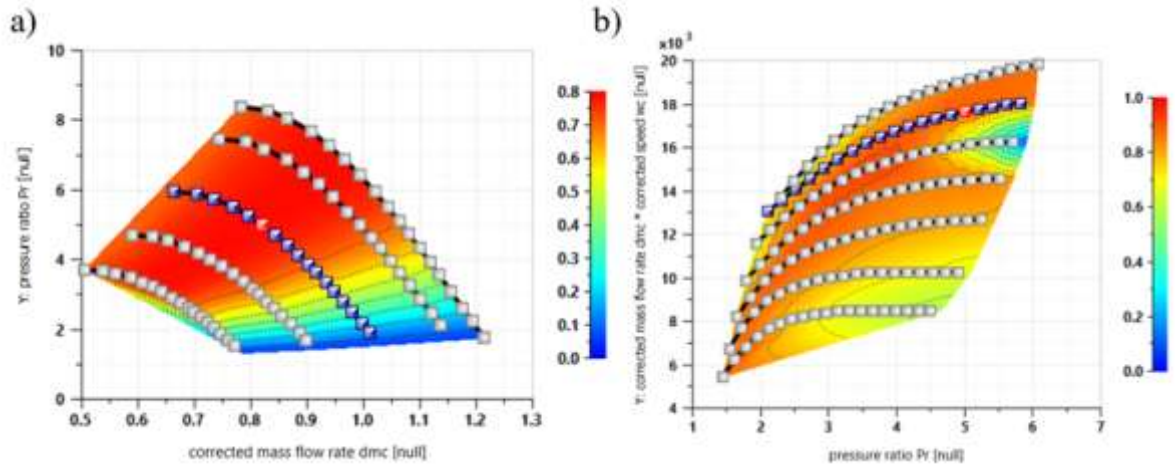


Fig. 2. Performance maps of compressor (a) and turbine (b).

To generate the performance map of the micro gas turbine, the system was operated in Speed Control Mode. A PID controller acting on the shaft initially functioned as a starter motor at low rotational speeds to drive the system. Once the engine exceeded its self-sustaining speed, the same unit operated as a generator (load), absorbing the net power produced by the turbine. In this manner, quasi-steady-state operating data were obtained across the entire operational range between 20,000 rpm and 110,000 rpm. For the parametric analysis, the Turbine Inlet Temperature (TIT) was maintained at distinct setpoints of 900 K, 1000 K, 1100 K, and 1275 K, respectively, utilizing a closed-loop PID control algorithm. The output of the fuel flow controller was saturated between a lower limit of 0 kg/s and an upper limit of 0.05 kg/s to represent the physical constraints of the fuel injector. The maximum TIT limit was established at 1275 K, considering the metallurgical thermal limits of typical uncooled radial turbine blade materials. The one-dimensional (1D) model of the micro gas turbine developed in Siemens Amesim is presented in Figure 3.

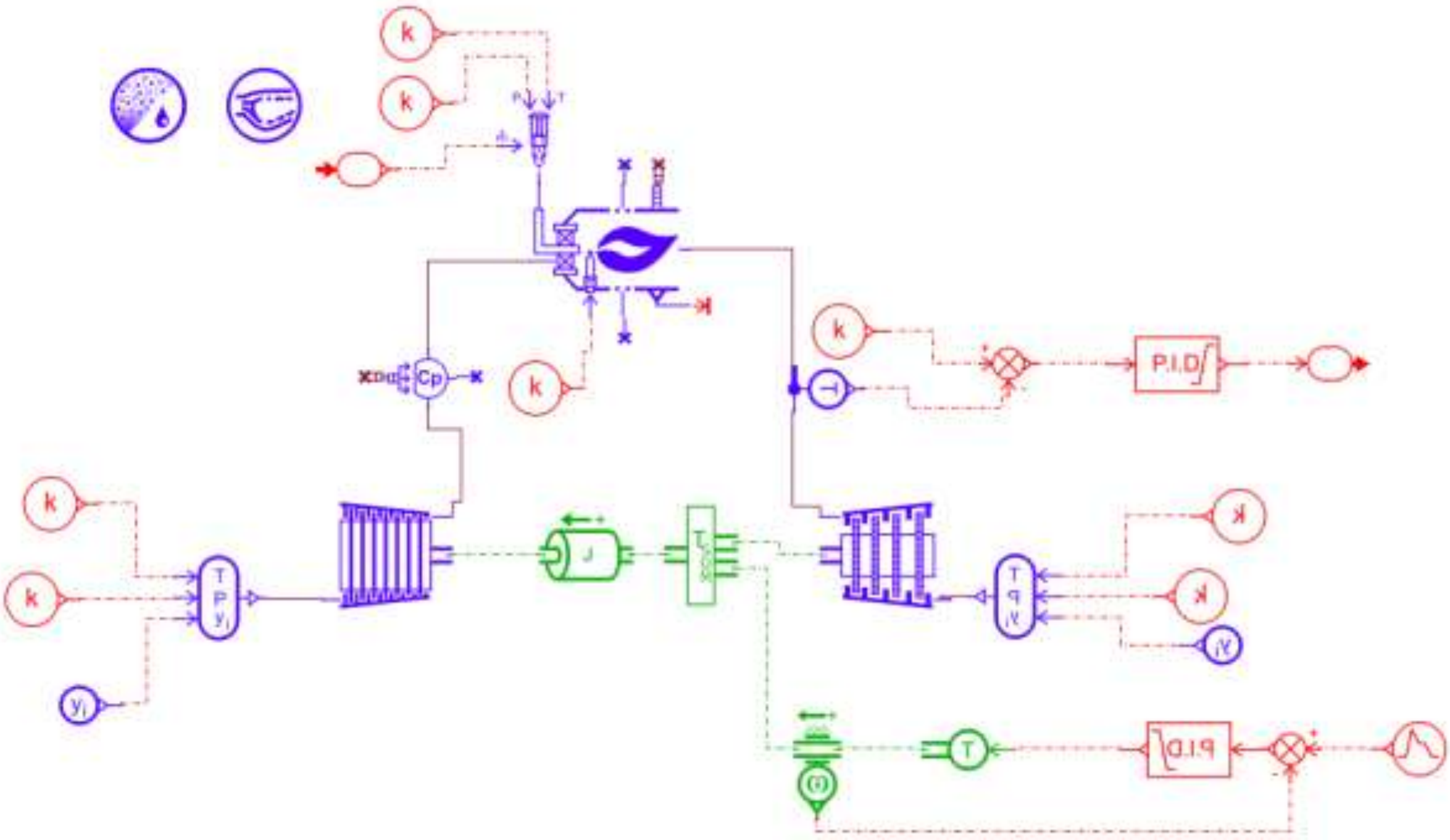


Fig. 3. 1D Model of the micro gas turbine

3. RESULTS AND DISCUSSION

Each simulation was conducted at turbine inlet temperatures of 900 K, 1000 K, 1100 K, and 1275 K. Based on the results obtained from each simulation, the net power output, thermal efficiency, and specific fuel consumption were calculated using the formulations given below. Here, P_{net}, denotes the net power output; T_t represents the turbine torque; T_c denotes the compressor torque; ω is the angular speed (rad/s); LHV refers to the lower heating value of the fuel; $\dot{m}_f$ is the fuel mass flow rate; Q denotes the fuel consumption heat rate; and SFC represents the specific fuel consumption.

$$P_{net} = (T_t - T_c).\omega \quad (1)$$

$$Q = \dot{m}_f.LHV \quad (2)$$

$$\eta_t = \frac{P_{net}}{Q} \quad (3)$$

$$SFC = \frac{\dot{m}_f}{P_{net}} \quad (4)$$

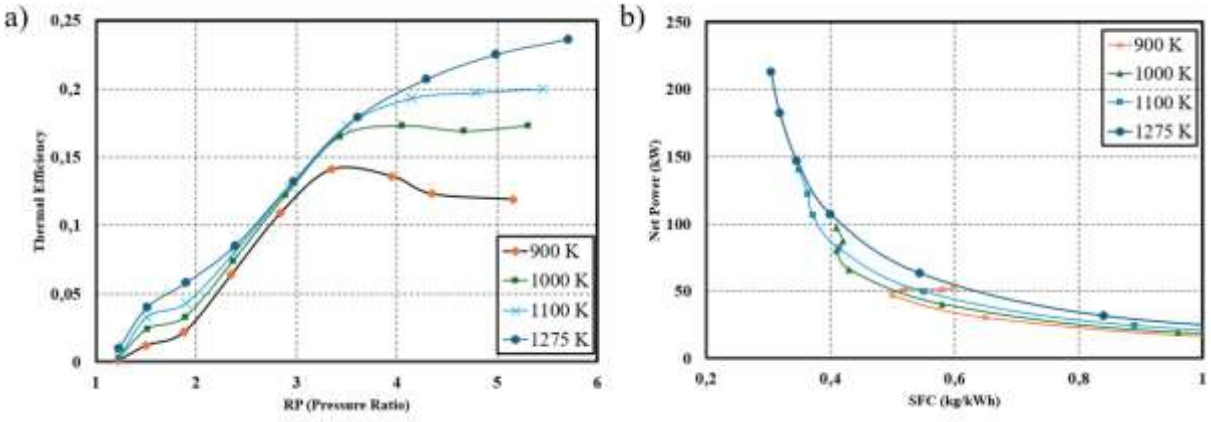


Fig. 4. Thermal efficiency–pressure ratio (a) and Net power-SFC (b)

Figure 4 presents the thermal efficiency–pressure ratio and net power–specific fuel consumption (SFC) curves obtained from the simulation results for four different turbine inlet temperature (TIT) levels. As shown in Figure 4a, the thermal efficiency increases with increasing TIT; however, beyond a certain pressure ratio, a decline in thermal efficiency is observed. Higher TIT values result in overall improved efficiency. In addition, thermal efficiency increases with increasing pressure ratio. Nevertheless, the compressor design pressure ratio was specified as 5; although higher pressure ratios may further enhance efficiency, they would require a compressor capable of delivering a higher mass flow rate, which would not be economically feasible. At a pressure ratio of 5, the thermal efficiency was found to be approximately 0.22. Figure 4b illustrates the net power output as a function of specific fuel consumption for different TIT levels. As observed, increasing the TIT leads to a reduction in SFC and a corresponding increase in net power output. Accordingly, increasing the TIT within the allowable limits of turbine blade materials results in both enhanced power output and reduced fuel consumption.

CONCLUSIONS

In this study, a one-dimensional (1D) model of a micro gas turbine aimed for use in range-extender electric vehicles was developed using Siemens Amesim. At the design operating point, the modelled micro gas turbine produces 182 kW of power at 90,000 rpm with a thermal efficiency of 0.22. The thermal efficiency of the micro gas turbine can be significantly improved by integrating a recuperator at the turbine exhaust. As part of future work, the modelling of a recuperated micro gas turbine will be carried out in Siemens Amesim. If thermal efficiency

levels in the range of 30–35% can be achieved, micro gas turbines are expected to become competitive with internal combustion engines (ICEs) as range extenders for electric vehicles.

ACKNOWLEDGEMENT

The author would like to thank Simofis Engineering Inc. (Simofis Mühendislik A.Ş.) for providing the academic license of Siemens Simcenter Amesim, which enabled the development and analysis presented in this study.

REFERENCES

Ji, F., Zhang, X., Du, F., Ding, S., Zhao, Y., Xu, Z., Wang, Y., Zhou, Y. (2020). Experimental and numerical investigation on micro gas turbine as a range extender for electric vehicle. Applied Thermal Engineering 173, 115236.

Karvountzis-Kontakiotis, A., Andwari, A. M., Pesyridis, A., Russo, S., Tuccillo, R., Esfahanian, V. (2018). Application of Micro Gas Turbine in Range-Extended Electric Vehicles. Energy 147, 351-361.

Li, J., Li, Y. (2023). Micro gas turbine: Developments, applications, and key technologies on components. Propulsion and Power Research 12(1),1-43.

Weerakoon, A. H. S., Mohsen Assadi, M. (2023). Trends and advances in micro gas turbine technology for sustainable energy solutions: A detailed review. Energy Conversion and Management: X 20, 100483.

Wei, Z., Duan, W., Gao, H., Wei, C., Ren, G., Gan X. Preliminary design and key components validation of modular recuperated micro gas turbine for small unmanned systems. Case Studies in Thermal Engineering 73, 106547.

AĞIR TİCARİ ARAÇ GRUBUNDA ÇEVRECİ AMORTİSÖR YAĞININ ÖMÜR DAYANIMININ İNCELENMESİ

Selin EFE KAYABAŞI
Maysan Mando Otomotiv Parçaları San. Tic. A.Ş, Bursa

ÖZET

Otomobilin süspansiyon sisteminin önemli bir bileşeni olarak bilinen amortisör, çeşitli görevlerin yerine gelmesinde büyük rol oynar. Amortisör, süspansiyon sistemi tarafından emilen enerjiyi söndürerek tekerleklerin düzensiz yüzeylerle temas ettiğinde oluşan titreşimleri ve darbeleri absorbe eder. Darbeler, süspansiyon sistemi tarafından emilir ve bu sayede enerji amortisör tarafından işlenir. İçerisinde hidrolik sıvı veya gaz bulunduran bir silindir içeren amortisör, darbeleri emme ve sönümleme işlemi sırasında sıvı ya da gaz kullanır. Bu çalışmada ağır ticari araç grubunda teleskopik tip amortisörde şuan da teknolojinin bilinen durumunda kullanılan mineral bazlı amortisör yağı ve doğada çözünebilen çevreci amortisör yağı ile üretilmiş iki amortisörün karşılaştırmalı ömür testleri gerçekleştirilmiştir. Amortisör yağlarının karşılaştırılmalı olarak teknik özellikleri incelenmiştir. Teknik değerler karşılaştırıldığında doğada çözünebilen ester bazlı amortisör yağının vizkozite indeks ve parlama noktası sıcaklık değerlerinin mineral bazlı yağlara göre daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. İki farklı yağ tipi ile üretilen teleskopik tipteki amortisörlerin ömür testi öncesi ve sonrasında sönümleme kuvveti-hız değerleri kaydedilmiştir. 0.05 m/s ile 0.052 m/s hız değerleri aralığında örnekleme kuvvet değerleri kaydedilmiştir. Elde edilen veriler incelendiğinde ester bazlı amortisör yağı ile toplanan amortisör numunesinin sönümleme kuvvet değerlerinde değişim 0.05 m/s olan en düşük hız değerinde kabul edilebilir kuvvet değerlerinin dışında çıkmıştır. Yapılan ömür test çalışmasında testin neticesinde her iki numunede de valf parçalarında herhangi bir deformasyon ve yağ kaçağı gözlemlenmemiştir.

Anahtar Kelimeler: Amortisör Yağı, Doğada Çözünme, Viskozite, NVH Performansı, Karbon Nötr

INVESTIGATION OF THE SERVICE DURABILITY OF ENVIRONMENTALLY FRIENDLY SHOCK ABSORBER OIL IN HEAVY COMMERCIAL VEHICLE GROUPS

ABSTRACT

Shock absorbers, known as a crucial component of an automobile's suspension system, play a major role in performing various functions. They absorb vibrations and shocks caused by the wheels contacting uneven surfaces, dissipating the energy absorbed by the suspension system.

These shocks are absorbed by the suspension system, and the energy is then processed by the shock absorber. Containing a cylinder with hydraulic fluid or gas, the shock absorber utilizes this fluid or gas during the shock absorption and damping process. This study compares the lifespan of two shock absorbers in the heavy commercial vehicle group: one using mineral-based shock absorber oil (currently used in the technology) and another using biodegradable, environmentally friendly shock absorber oil. The technical properties of the shock absorber oils were examined comparatively. When comparing the technical values, it was observed that the viscosity index and flash point temperature values of the biodegradable ester-based shock absorber oil were higher than those of the mineral-based oil. Damping force-speed values were recorded before and after life testing of telescopic shock absorbers produced with two different oil types. Sampling force values were recorded in the speed range of 0.05 m/s to 0.052 m/s. Analysis of the data revealed that the damping force value change in the shock absorber sample collected with ester-based shock absorber oil was outside the acceptable range at the lowest speed of 0.05 m/s. In the life test, no deformation or oil leakage was observed in the valve parts of either sample.

Keywords: Shock Absorber Oil, Biodegradability, Viscosity, NVH Performance, Carbon Neutral

1.GİRİŞ

Dünyamızda birçok insan kararlılığını yitirmiş durumda ve küresel ısınma ve iklim değişikliğiyle gezegenimizdeki yaşamı tehdit ediyor; bunlar arasında karbon kaynakları, fosil yakıt kullanımı, ormanların yok edilmesi, sentetik gübre kullanımı, bilinçsiz sanayileşme ve kontrolsüz nüfus artışı yer alıyor. Tüm bu nedenlerden dolayı, karbon emisyonlarını düzenlemek isteyen kurumlar çeşitli çözümlere başvuruyor. Bunlardan biri de karbon nötr bir şirket olmak. Bu bağlamda, kurumların oluşturduğu sera gazı emisyonlarını dengelemek ve sıfır sera gazı hedefine ulaşmak için, sera gazı emisyonlarını önleyecek projeler yürütülüyor. Literatürde otomotiv sektöründe bu anlamda birçok çalışmaya yer almaktadır. Bu çalışmada amortisör içerisinde yağın çevreci özellikli versiyonu ile ilgili bir analiz çalışması gerçekleştirilmiştir. Genellikle ön amortisörler 300 cc, arka amortisörler ise 250 cc yağ içerir. Toplamda, bir araçta yaklaşık 1,1 litre yağ bulunur. Şuanda mevcut teknolojide amortisörlerdeki yağlar kimyasal katkı maddeleri içeren petrol türevlerinden üretilmektedir. Zararlı kimyasallardan üretilen amortisör sıvıları, kontrolsüz kullanım sonrası sızıntılar nedeniyle çevreye zarar verebilmektedir. Ayrıca mineral bazlı amortisör yağları kullanım

sonrası bertaraf etme problem ve ürün sürdürülebilirliği açısından çevreye olumsuz etki etmektedir. Ester bazlı yağların parlama noktası, vizkozite indeksi ve ısı transfer kabiliyeti daha yüksektir. Bunun yanı sıra yüksek maliyet ve organik bileşen nedeniyle biyolojik bazlı yağların oksidasyon kararlılığı daha düşüklük gibi bazı dezavantajlarıda vardır. Literatürde bu kapsamda çeşitli araştırma sonuçlarına yer verilmiştir. Dünya genelinde, petrol bazlı rezervler tükenmektedir. Bu da çevre kirliliğine dair endişelerin oluşmasına ve fiyatların artmasına sebep olmaktadır. Araştırmacılar, yenilenebilir kaynaklardan türetilen çevre dostu yağlayıcıların geliştirilmesine ve kullanılmasına odaklanmaktadır. Gıda olmayan bitkisel yağ bazlı biyoyağlar; biyo-çözünebilir, zehirsiz ve sıfır sera gazı salınımı özellikleri sebebiyle çevre dostudur. (Singh, Garg, Kumar 2015).

Maliyet etkin, yüksek performanslı ve çevre dostu bir yağ formülasyonu, baz yağ kalitesine ve uygun katkı maddelerinin seçim ve oranlarına bağlıdır. Çevre dostu ve yenilenebilir bitkisel yağlar, otomotiv amortisör sıvıları (ASA) için performans gereksinimlerini karşılamak için uygun katkı maddelerine dayanacaktır. Bu katkı maddeleri, performans, uzun ömür ve çevre dostu olmayı garanti etmek için etkili, tükenmeye karşı dirençli, toksik olmayan ve biyolojik olarak çözünebilen olmalıdır. Bu katkı maddelerinin seçimi, baz yağın zayıflıklarını gidermek için deneyim ve beceri gerektirir. Bu inceleme, bitkisel yağ bazlı ASA sıvıları için uygun katkı maddelerini ele almaktadır ve geleneksel ve yenilikçi katkı maddelerinin mevcut olduğunu göstermektedir. (Bongfa, Hamid, Samin 2016).

Bu çalışmada, atılı yağı (FATO) bazlı biyolojik bir otomotiv amortisör sıvısının kesme stabilitesi test edilmiştir. Testler, 5 ila 1500 1/s kesme hızı ve 20 ila 75ºC sıcaklık aralığında yapılmış, ayrıca 20, 40, 60 ve 75°C'de kontrol edilen sıcaklıklarda testler gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, FATO'nun geleneksel petrol türevi otomotiv amortisör sıvısına (COM) kıyasla daha üstün bir kesme stabilitesine sahip olduğunu göstermektedir. Bu özellik, FATO'yu ticari petrol bazlı tiplerden daha çok orta büyüklükteki araçlar için tercih edilebilir bir ASAF yapmaktadır. Bitkisel yağların düşük toksisite, iyi doğal biyolojik parçalanabilirlik, yağlama ve diğer yağlayıcı özellikleri, bunların yenilenebilir doğasıyla birleşerek, farklı uygulamalarda makine bileşeni olarak kullanılmalarını önermektedir. (Bongfa, Atuci 2019).

2. MATERYAL VE METOD

Amortisörlerde tekniğin bilinen durumunda mineral bazlı amortisör yağı kullanılmaktadır. Çalışmaya öncelikle tekniğin bilinen durumunda kullanılan mineral bazlı amortisör yağının ve ester bazlı çevreci amortisör yağının teknik isterlerinin çıkarılması ve karşılaştırılması ile

başlanmıştır (Tablo.1). Literatürde çevreci amortisör yağına yönelik uygulamaların otomotiv alanında birebir benzer bir uygulamaya rastlanmamıştır. Akademik çalışmalar ve patent başvurularının yanı sıra ticari olarakta çevreci yağ uygulamalarının sanayide üretim durumu araştırılmıştır. Ticari olarak sadece yurtdışında üretimi yapılan ve otomotiv alanına uygulanabilecek bir örneğe ulaşılmıştır. Firmadan numune ve teknik bilgi dökümanı temin edilerek aynı alt parçalardan oluşan sadece amortisör yağının farklı olduğu Şekil 1' deki gibi örnek numune amortisörler üretilmiştir. Üretilen numuneler ağır ticari araç grubundan tercih edilmiştir. Şekil 2' de verilen test makinesinde her iki yağ ile üretilen amortisör numuneleri ömür testine tabi tutulmuştur.

Tablo 1. Mineral ve ester bazlı amortisör yağlarına ait teknik özelliklerin karşılaştırılması

Özellikler	Birim	Mineral Bazlı Yağ	Ester Bazlı Yağ
Density at 15°C	g/cm³	0.85	0.84
Viscosity at 100°C	mm^2/s	3	5
Viscosity at 40°C	Mm^2/s	11.2	20
Flash Point	°C	135	200
Pour Point	°C	-52	-30



Şekil 1. Amortisör numunesi

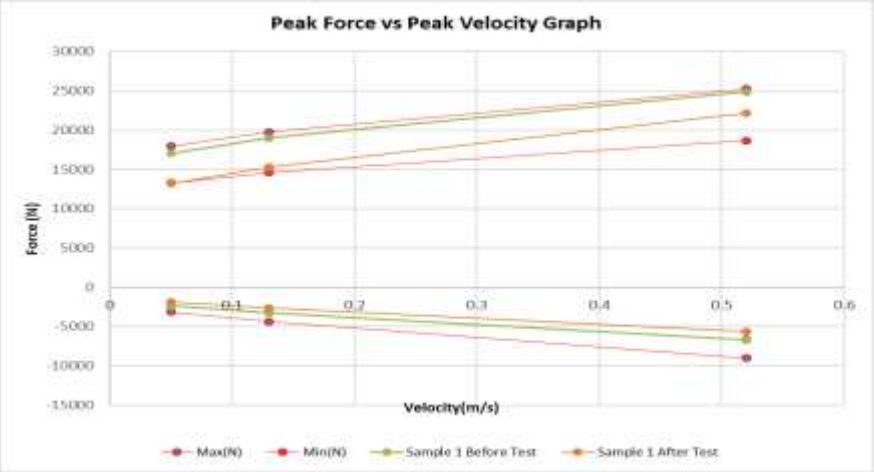


Şekil 2. Servo-hidrolik test makinesi

Amortisör numuneleri en yüksek 70 derece ve 400.000 çevrim olmak üzere aşama aşama sıcaklık ve yük artışına maruz bırakılmış ve 50 mm stroke durumundaki amortisör sönümleme kuvveti hız grafikleri incelenmiştir. Test öncesi ve sonrası amortisör yağının ağırlık değişimi, renk değişimi, amortisörün kuvvet-hız grafiklerindeki oransal değişim ve amortisör alt parçalarının kırılma durumu incelenmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Servo hidrolik test makinesinde yapılan test öncesinde öncelikle mineral bazlı yağ ile üretilen amortisörün sönümleme kuvveti ve hız değerleri ölçülmüş ve değerler grafiğe taşınmıştır. (Şekil 3).



Şekil 3. Mineral baz ile üretilen amortisörün test öncesi ve sonrası kuvvet hız ölçümü

Şekil 3' te elde edilen değerler referans alınarak ester bazlı yağ ile üretilen numuneler içinde benzer ölçüm yapılmıştır. Her iki testin öncesi ve sonrası ölçüm değerleri Tablo 2' de

karşılaştırılmıştır. Tablo 2' deki değerler irdelendiğinde ester bazlı yağın 0.05 m/s hız değerinde önce ve sonrası teste göre sönümleme kuvvet değerinde mineral bazlı yağa göre daha fazla sapma yarattığı gözlemlenmiştir.

Tablo 2. Test öncesi ve sonrası sönümleme kuvvet-hız değerlerinin oransal değişimi

	Test öncesi ve sonrası % Sönümleme kuvveti değişimi	
Hız Değerleri (m/s)	**Mineral Bazlı Yağ**	**Ester Bazlı Yağ**
0.05	-22	-33
0.13	-19	-25
0.52	-11	-8
0.05	-21	-20
0.13	-19	-11
0.52	-15	-14

SONUÇLAR

Bu çalışmanın şuanda dünya genelinde yürütülen sanayide karbon ayak izi düşümü çalışmasına katkı sağlaması beklenmektedir. Direkt olarak otomotivde ağır ticari araçlarda uygulaması olamaynb ester bazlı yağın ömür dayanımı incelenmiştir. Ayrıca ester bazlı yağın amortisörün valf parçaları dediğimiz asıl olarak akışın sağlandığı alt parçalarındaki etkisi gözlemlenmiş oldu. Valf parçalarında herhangi bir kırılma deformasyon ayrıca amortisörün çalışması esnasında herhangi bir yağ kaçağına rastlanılmamıştır. Bu çalışmanın geliştirilerek hem laboratuvar seviyesinde hemde araç seviyesinde validasyonlarının tam anlamı ile gerçekleştirilerek karbon ayak izi düşümünün yanı sıra fiyat olarakta rekabetçi olacağı bir alanda ticarileşmesi hedeflenmektedir. Bu çalışmanın ileride ticarileşmesi ile neredeyse tamamı doğada çözünebilen, çevreye kalıntı sızıntı ve zararlı dönüştürülemeyen atık oluşturacak bir içerikten tamamen uzaklaştıracak bir çözüm sunulacaktır. Çalışmanın sonucunda geliştirilmesi gereken kısmın sadece düşük hız değeri olan 0.05 m/s hızındaki sönümleme kuvvetinin test öncesi ve sonrası oransal değişimi olduğu görülmüştür.

KAYNAKÇA

Aspects of Non-edible vegetable oil-based bio-lubricants in the Automotive Industry (Yashvir Singh, Rajnish Garg and Suresh Kumar) (2015)(5)(1-6)
Suitable additives for vegetable oil-based automotive shock absorber fluids (Binfa Bongfa, S. Syahrullail, M. K. Abdul Hamid and P. M. Samin), Faculty of Mechanical Engineering, Universiti Teknologi Malaysia, 81310 UTM Skudai, Johor, Malaysia (2016)(28)(6)(381-404)
Shear Stability Study of a Bio-Based Automotive Shock Absorber Fluid for Medium Size Vehicles (Binfa Bongfa, Barnabas Atuci), Journal of Biolubricant Engineering and Science (2019)(1)(1)(1-6)

PREP ve GAZ ATOMİZE Ti6Al4V TOZLARININ KARAKTERİZASYONU

Mert Can DEMİR
Kocaeli University, Metallurgical and Materials Engineering Department,41380, Kocaeli, Türkiye
ORCID ID:0009-0005-7971-0615
Prof. Dr. Egemen AVCU
Kocaeli University, Ford Otosan Ihsaniye Automotive Vocational School,
Department of Machinery and Metal Technologies,41650, Kocaeli, Türkiye
ORCID ID:0000-0002-3244-1316
Prof. Dr. Rıdvan YAMANOĞLU
Kocaeli University, Metallurgical and Materials Engineering Department,41380, Kocaeli, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-4661-8215

ÖZET

Eklemeli imalat ve toz metalurjisi teknolojilerinde üretilen nihai parçaların mikroyapısı ve mekanik performansı doğrudan kullanılan tozların özelliklerine bağlıdır. Tozların kimyasal bileşimi, morfolojisi, mikroyapısı üretim sonrası elde edilen parçaların yoğunluğu, mekanik dayanımı üzerinde belirleyicidir. Bu nedenle tozların yalnızca morfolojilerinin değil, aynı zamanda mikroyapılarının ve lokal mekanik davranışlarının da ayrıntılı olarak incelenmesi büyük önem taşımaktadır. Farklı toz üretim yöntemleri için, katılaşma koşulları ve soğuma hızları nedeniyle toz partiküllerinin mikroyapısında faz dağılımı, tane boyutu ve mikroyapı sürekliliği açısından önemli farklılıklar oluşabilmektedir.

Bu çalışmada eklemeli imalat uygulamalarında yaygın olarak kullanılan Ti6Al4V alaşımına ait plazma destekli dönel elektrot yöntemi (PREP) ve gaz atomizasyonu yöntemleriyle üretilmiş Ti6Al4V tozları metalografik olarak hazırlanarak karşılaştırmalı şekilde incelenmiştir. Her bir toz üretim yöntemi için iki farklı toz boyutu seçilerek toz boyutunun mikroyapısal özellikler ve mekanik davranış üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Toz partikülleri sıcak bakalit içerisine dökülmüş, standart metalografik zımparalama ve parlatma işlemleri uygulanmış ve elde edilen kesitler optik mikroskop altında detaylı olarak analiz edilmiştir. Hazırlanan toz kesitleri üzerinde gerçekleştirilen indentasyon testleri ile partiküllerin lokal sertlik ve elastik modül değerleri belirlenmiş, böylece farklı üretim yöntemlerinin tozların mekanik özellikleri üzerindeki etkileri ortaya konmuştur. Elde edilen sonuçlar indentasyon yönteminin Ti-6Al-4V alaşım tozlarının mikroyapı ve mekanik özellik ilişkisinin ve üretim yöntemi kaynaklı farklılıkların güvenilir ve etkili bir şekilde değerlendirilmesinde güçlü bir karakterizasyon aracı olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Ti6Al4V Tozu, PREP, Gaz Atomizasyonu, Eklemeli İmalat, İntendasyon

CHARACTERIZATION OF PREP AND GAS ATOMIZED Ti6Al4V POWDERS

ABSTRACT

The microstructure and mechanical performance of final parts produced by additive manufacturing and powder metallurgy technologies are directly dependent on the properties of the powders used. The chemical composition, morphology, and microstructure of powders are determinants of the density and mechanical strength of parts obtained after production. Therefore, detailed examination not only of the morphology of powders but also of their microstructures and local mechanical behaviors is of great importance. Due to different powder production methods, solidification conditions, and cooling rates, significant differences can occur in the microstructure of powder particles in terms of phase distribution, grain size, and microstructural continuity.

In this study Ti6Al4V powders produced by the Plasma Rotating Electrode Process (PREP) and gas atomization methods, which belong to the Ti-6Al-4V alloy widely used in additive manufacturing applications, were metallographically prepared and comparatively examined. Two different powder sizes were selected for each powder production method to evaluate the effect of powder size on microstructural characteristics and mechanical behavior. Powder particles were embedded in hot bakelite, standard metallographic grinding and polishing procedures were applied, and the obtained cross-sections were analyzed in detail under an optical microscope. Local hardness and elastic modulus values of the particles were determined through indentation tests performed on the prepared powder cross-sections, thus revealing the effects of different production methods on the internal mechanical properties of powders. The obtained results demonstrate that the indentation method is a powerful characterization tool for reliably and effectively evaluating the microstructure-mechanical property relationship of Ti6Al4V alloy powders and the differences arising from production methods.

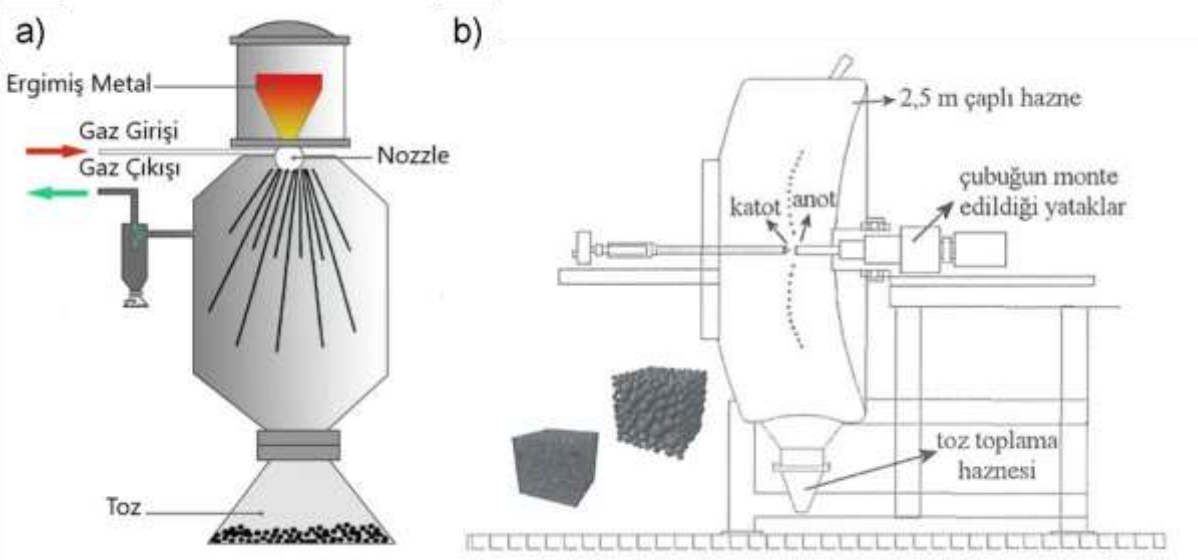
Keywords: Ti-6Al-4V Powder, PREP, Gas Atomization, Additive Manufacturing, İndentation

GİRİŞ

Eklemeli imalat ve toz metalurjisi teknolojilerinde nihai parçaların performansı, yalnızca kullanılan üretim parametrelerine değil aynı zamanda üretimin hammaddesi olan tozlarının özelliklerine doğrudan bağlıdır. Tozların kimyasal bileşimi, morfolojisi, tane yapısı ve faz dağılımı, üretim sırasında ergime davranışını, katmanlar arası bağlanmayı ve nihai parçada elde edilen yoğunluk ile mekanik özellikleri belirleyen temel faktörlerdir. Bu nedenle güncel araştırmalar, tozların yalnızca morfolojik özelliklerinin değil aynı zamanda mikroyapısal

karakteristiklerinin ve lokal mekanik davranışlarının da ayrıntılı olarak incelenmesine odaklanmaktadır [1-2].

Titanyum alaşımları arasında yer alan Ti-6Al-4V yüksek özgül mukavemeti, iyi korozyon direnci ve biyouyumluluğu sayesinde havacılık ve biyomedikal uygulamalarda eklemeli imalat ile üretimde en yaygın kullanılan malzemelerinden birisidir [3]. Bu alaşımın eklemeli imalat süreçlerindeki başarısı büyük ölçüde kullanılan tozun üretim yöntemine ve buna bağlı olarak tozun mikroyapısına bağlıdır. Günümüzde Ti6Al4V tozlarının üretiminde en yaygın kullanılan yöntemler Şekil 1'de verilen gaz atomizasyonu ve plazma destekli dönel elektrot yöntemidir [4-5].



Şekil 1. a) Gaz ve b) PREP atomizasyonu yöntemlerinin şematik gösterimi [6-7]

Gaz atomizasyonu yönteminde ergimiş metal yüksek basınçlı gaz ile parçalanarak küresel toz partikülleri elde edilir. Bu yöntemde parçacık boyutu dağılımı geniş olmakla birlikte, katılaşma hızı toz boyutuna bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Küçük boyutlu tozlarda hızlı soğuma nedeniyle ince mikroyapılar oluşurken, daha kaba tozlarda nispeten daha kaba mikroyapılar ve faz heterojenlikleri gözlenebilmektedir. Bu durum toz partiküllerinin iç yapısında tane boyutu ve faz dağılımı açısından belirgin farklılıklara yol açmaktadır [8-9]. Buna karşılık PREP yöntemi dönen bir Ti-6Al-4V elektrodun plazma arkı ile ergitilmesi ve santrifüj kuvvet etkisiyle sıvı metalin damlacıklar hâlinde saçılması prensibine dayanmaktadır. PREP ile üretilen tozlar genellikle yüksek küresellik, düşük porozite ve dar partikül boyutu dağılımı ile karakterize edilir. Ayrıca çok yüksek soğuma hızları nedeniyle partiküllerin mikroyapısında çoğunlukla martenzitik (α′) yapı oluşmaktadır. Bu durum tozların lokal sertlik özelliklerini doğrudan

etkilemektedir [10].

Bu bağlamda farklı toz üretim yöntemleriyle elde edilen Ti-6Al-4V tozlarının mikroyapı ve lokal mekanik davranışlarının karşılaştırmalı olarak incelenmesi eklemeli imalat süreçlerinde toz mikroyapı özellik ilişkilerinin anlaşılması açısından büyük önem taşımaktadır. Özellikle nanoindentasyon gibi lokal ölçüm teknikleri toz partiküllerinin mekanik özelliklerini ortaya konmasında güçlü ve güvenilir bir karakterizasyon yaklaşımı sunmaktadır.

MALZEME METOD

Bu çalışmada eklemeli imalat uygulamalarında yaygın olarak kullanılan Ti6Al4V alaşımına ait PREP ve gaz atomizasyonu ile üretilmiş tozlar kullanılmıştır. Her iki üretim yöntemi için farklı partikül boyut aralıklarını temsil edecek şekilde iki farklı partikül boyutu seçilmiştir. Böylece toz üretim yöntemi ve toz boyutunun mikroyapı ve mekanik davranış üzerindeki etkilerinin karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Seçilen Ti6Al4V toz partikülleri mikroyapılarının incelenebilmesi amacıyla sıcak bakalit içerisine yerleştirilmiştir. Numuneler standart metalografik prosedürlere uygun olarak artan incelikte sırasıyla 1000 ve 2000 grid zımparalar kullanılarak zımparalama işlemi yapılmıştır. Zımparalama işlemi sonrasında numuneler sırasıyla 9, 3 ve 1 mikronluk çuhalar kullanılarak elmas pasta solüsyonu ile parlatılmıştır. Ardından toz kesitleri Weck dağlayıcısı ile 15 s dağlanmıştır.

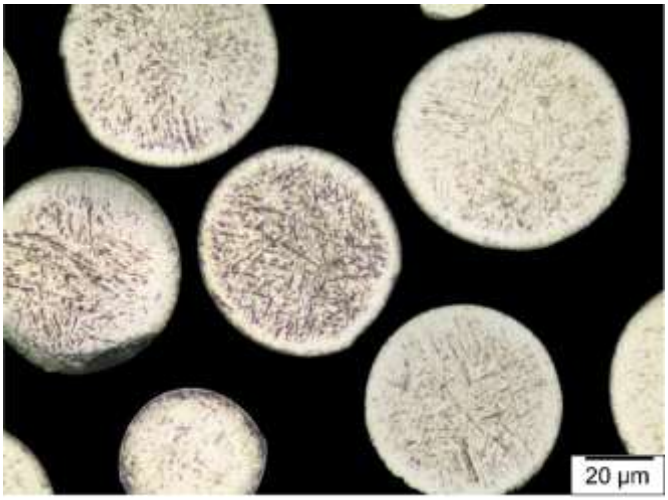
Hazırlanan toz kesitleri Olympus marka BX41M-LED model optik mikroskobu kullanılarak incelenmiştir. Bu analizler ile farklı toz üretim yöntemlerine ve toz boyutlarına bağlı olarak partikül boyutu ve mikroyapıları incelenmiştir. Toz partiküllerinin lokal mekanik özelliklerini belirlemek amacıyla metalografik olarak hazırlanmış kesitler üzerinde nanoindentasyon testleri gerçekleştirilmiştir. Sertlik testleri AntonPaar marka Step 501 NCT^3 model indentasyon cihazında 25mN yük ve 10s uygulama süresi kullanılarak ölçülmüştür. İndentasyon testlerinde tozların kesitinden 3'er adet ölçüm alınmıştır. Elde edilen veriler mikroyapısal özellikler ile ilişkilendirilerek farklı üretim yöntemlerinin ve toz boyutlarının Ti-6Al-4V tozlarının mekanik davranışı üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir.

SONUÇLAR

Mikroyapısal Karakterizasyon

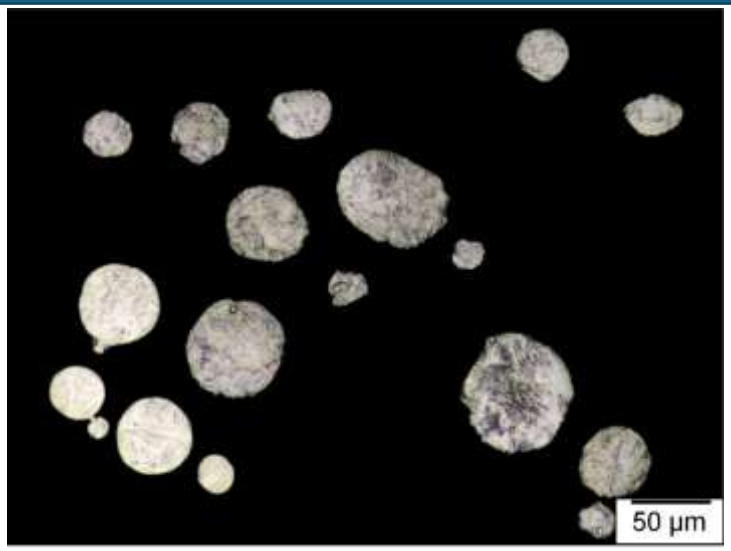
Şekil 2'de verilen PREP yöntemiyle üretilmiş Ti-6Al-4V toz partiküllerinin yüksek küresellik ve homojen morfolojiye sahip oldukları görülmektedir. Optik mikroskop incelemeleri sonucunda her bir toz partikülünde yüzeyden merkeze doğru yönlenmiş, ince iğnemsi yapıların geliştiğini ortaya koymaktadır. Bu mikroyapı toz üretimi sırasında ergimiş elektrot ucundan

kopan metal damlacıklarının vakum altında hızlı katılaşması sonucu oluşan tipi α′ martenzit faz morfolojisi ile ilişkilendirilmektedir [11-12].



Şekil 2. PREP ile üretilmiş Ti6Al4V tozlarının optik mikroskop görüntüsü

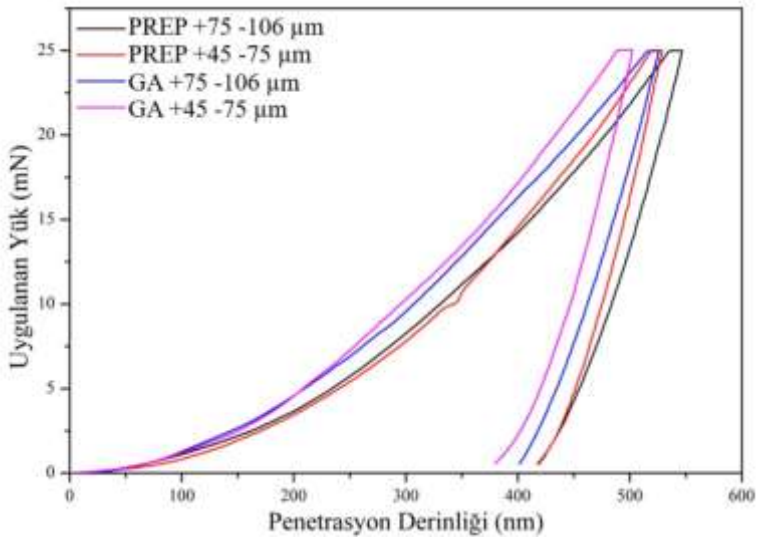
Şekil 3'te verilen gaz atomizasyonu yöntemiyle üretilmiş Ti-6Al-4V toz partikülleri genel olarak küresele yakın bir morfoloji sergilemekle birlikte partiküller arasında belirgin bir boyut dağılımı ve sınırlı düzeyde şekil düzensizliği bulunmaktadır. Optik mikroskop incelemelerinde partikül iç yapısının büyük ölçüde iğnemsi morfolojiye sahip olduğu gözlenmektedir. Bu mikroyapı PREP atomizasyonundaki açıklamaya benzer şekilde gaz atomizasyonu sırasında ergimiş metal damlacıklarının yüksek soğuma hızlarına maruz kalarak katılaşması sonucu oluşan (α′) martenzitik yapı ile ilişkilendirilmektedir. Atomizasyon sürecinde damlacıkların inert gaz ile yoğun etkileşimi katılaşma hızını arttırmasına neden olmaktadır. Elde edilen bu mikroyapısal özellikler gaz atomize Ti-6Al-4V tozlarının yerel mekanik davranışını doğrudan etkilemekte olup özellikle nanoindentasyon gibi lokal ölçüm tekniklerinde daha yüksek sertlik değerlerinin elde edilmesine zemin hazırlamaktadır [13-14].



Şekil 3. Gaz atomizasyonu ile üretilmiş Ti6Al4V tozlarının optik mikroskop görüntüsü

İndentasyon Testi

PREP ve gaz atomizasyonu yöntemleriyle üretilmiş Ti-6Al-4V toz partiküllerine ait farklı partikül boyutu aralıklarında elde edilen nanoindentasyon yük-penetrasyon derinliği eğrileri Şekil 4'te verilmiştir. Tüm testlerde artan yük ile penetrasyon derinliğinin düzgün bir şekilde arttığı ve yük kaldırma aşamasında belirgin bir elastik geri toparlanma davranışının sergilendiği görülmektedir. Gaz atomize tozlara ait eğriler aynı maksimum yük seviyesinde PREP tozlarına kıyasla daha düşük penetrasyon derinlikleri göstermekte olup bu durum gaz atomize tozların daha yüksek sertlik sergilediğine işaret etmektedir. Özellikle daha küçük tane boyutu aralığında (45-75 µm) bu farkın daha belirgin hâle geldiği gözlenmektedir. Söz konusu davranış gaz atomizasyonu sırasında maruz kalınan daha yüksek soğuma hızlarına bağlı olarak gelişen daha ince iğnemsi veya martenzitik mikroyapı ile ilişkilendirilmektedir. Elde edilen nanoindentasyon sonuçları üretim yöntemine ve toz tane boyutuna bağlı mikroyapısal farklılıkların, Ti-6Al-4V toz partiküllerinin yerel mekanik tepkisini doğrudan etkilediğini ortaya koymaktadır [15-16].



Şekil 4. İndentasyon testi sonuçları

DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Bu çalışmada PREP ve gaz atomizasyonu yöntemleriyle üretilmiş Ti-6Al-4V tozlarının mikroyapısal ve lokal mekanik özellikleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Optik mikroskop analizleri, PREP yöntemiyle üretilen toz partiküllerinin yüksek küresellik, homojen morfoloji ve merkezden yüzeye doğru yönlenmiş düzenli α′ martenzitik mikroyapı sergilediğini ortaya koymuştur. Buna karşılık gaz atomizasyonu ile üretilen tozlarda daha geniş tane boyutu dağılımı ile ince iğnemsi α′ mikroyapısının hâkim olduğu belirlenmiştir. Bu farklılıklar her iki üretim yöntemine özgü katılaşma koşulları ve soğuma hızları doğrudan ilişkilendirilmektedir. Nanoindentasyon testleri sonucunda elde edilen yük-penetrasyon derinliği eğrileri gaz atomize Ti-6Al-4V tozlarının PREP tozlarına kıyasla aynı maksimum yük altında daha düşük penetrasyon derinlikleri sergilediğini göstermiştir. Bu durum GA tozlarının daha yüksek yerel sertlik değerlerine sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle daha küçük tane boyutu aralığında bu farkın belirginleşmesi tane boyutuna bağlı hızlı katılaşma etkilerinin ve buna eşlik eden mikroyapısal incelmenin mekanik davranış üzerindeki rolünü vurgulamaktadır.

Sonuç olarak Ti-6Al-4V tozlarının üretim yöntemi ve partikül boyutu mikroyapısal karakteri ve mekanik özellikler üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir. PREP yöntemi daha homojen ve dengeli bir mikroyapı sunarken gaz atomizasyonu yöntemi daha yüksek mekanik davranış ortaya koymaktadır.

KAYNAKÇA

[1] Sutton, A. T., Kriewall, C. S., Leu, M. C., & Newkirk, J. W. (2016). Powders for additive manufacturing processes: Characterization techniques and effects on part properties.
[2] Vock, S., Klöden, B., Kirchner, A., Weißgärber, T., & Kieback, B. (2019). Powders for powder bed fusion: a review. Progress in Additive Manufacturing, 4(4), 383-397.
[3] Yamanoglu, R., Bahador, A., & Kondoh, K. (2021). Effect of Mo Addition on the Mechanical and Wear Behavior of Plasma Rotating Electrode Process Atomized Ti6Al4V Alloy. Journal of Materials Engineering and Performance, 30(5), 3203-3212.
[4] Meier, B., Warchomicka, F., Petrusa, J., Angerer, P., Wosik, J., Kaindl, R., & Sommitsch, C. (2022). Influence of powder production process and properties on material properties of Ti6Al4V manufactured by L-PBF. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 123(5), 1577-1588.
[5] Chen, G., Zhao, S. Y., Tan, P., Wang, J., Xiang, C. S., & Tang, H. P. (2018). A comparative study of Ti-6Al-4V powders for additive manufacturing by gas atomization, plasma rotating electrode process and plasma atomization. Powder technology, 333, 38-46.
[6] Qiu, Z. (2021). Improving gas flow in gas atomization. Degree Project KTH Royal Institute of Technology, School Of Industrial Engineering and Management, Stockholm
[7] Karagöz, Ş., Yamanoğlu, R., (2008) "Microstructural characterization of PREP atomized Ti6Al4V alloy powders", 5th International Powder Metallurgy Conference, 379-390
[8] Ouyang, H. W., Xin, C. H. E. N., Huang, B. Y. (2007). Influence of melt superheat on breakup process of close-coupled gas atomization. Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 17(5), 967-973.
[9] Ünal, A. (1990). Production of rapidly solidified aluminium alloy powders by gas atomisation and their applications. Powder metallurgy, 33(1), 53-64.
[10] Başcı, U. G., & Yamanoğlu, R. (2019). Eklemeli metal imalat teknolojileri için metal tozu üretim yöntemleri. Uluslararası Marmara Fen ve Sosyal Bilimler Kongresi, 219-227.
[11] Yamanoglu, R., German, R. M., Karagoz, S., Bradbury, W. L., Zeren, M., Li, W., & Olevsky, E. A. (2011). Microstructural investigation of as cast and PREP atomised Ti–6Al–4V alloy. Powder metallurgy, 54(5), 604-607.
[12] Li, Y. C., Song, M. H., Zhang, X. C., Zhang, W. J., Li, Y., & Zhang, Y. (2020). Preparation of titanium alloy powder by plasma rotating electrode process. In Materials Science Forum (Vol. 993, pp. 79-85). Trans Tech Publications Ltd.
[13] Qiu, C., Adkins, N. J., & Attallah, M. M. (2013). Microstructure and tensile properties of selectively laser-melted and of HIPed laser-melted Ti–6Al–4V. Materials Science and Engineering: A, 578, 230-239.
[14] Dareh Baghi, A., Nafisi, S., Ebendorff-Heidepriem, H., & Ghomashchi, R. (2022). Microstructural development of Ti-6Al-4V alloy via powder metallurgy and laser powder bed fusion. Metals, 12(9), 1462.
[15] Oliver, W. C., & Pharr, G. M. (1992). An improved technique for determining hardness and elastic modulus using load and displacement sensing indentation experiments. Journal of materials research, 7(6), 1564-1583.
[16] Sun, P., Fang, Z. Z., Zhang, Y., & Xia, Y. (2017). Review of the methods for production of spherical Ti and Ti alloy powder. Jom, 69(10), 1853-1860.

YENİ NESİL β-TİTANYUM ALAŞIMLARININ TOZ METALURJİSİ İLE ÜRETİMİ: Ti-15Mo-3Al-2.7Nb-0.2Si ALAŞIMI ÜZERİNE BİR ÇALIŞMA

Mert Can DEMİR
Kocaeli University, Metallurgical and Materials Engineering Department,41380, Kocaeli, Türkiye
ORCID ID:0009-0005-7971-0615
Prof. Dr. Egemen AVCU
Kocaeli University, Ford Otosan Ihsaniye Automotive Vocational School, Department of Machinery and Metal Technologies,41650, Kocaeli, Türkiye
ORCID ID:0000-0002-3244-1316
Prof. Dr. Rıdvan YAMANOĞLU
Kocaeli University, Metallurgical and Materials Engineering Department,41380, Kocaeli, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-4661-8215

ÖZET

Beta titanyum alaşımları düşük elastik modülleri, yüksek özgül mukavemetleri ve üstün korozyon dirençleri sayesinde başta havacılık ve biyomedikal uygulamalar olmak üzere birçok ileri mühendislik alanında yoğun ilgi görmektedir. Bu alaşımların mikroyapı ve mekanik özellikleri, alaşım elementlerinin türü kadar uygulanan üretim yöntemi ve işlem parametrelerine de doğrudan bağlıdır. Özellikle toz metalurjisi esaslı üretim yaklaşımları kimyasal bileşim kontrolü, mikroyapı homojenliği ve karmaşık geometrilerin üretimine uygunluğu açısından hem biyomedikal hem de havacılık uygulamaları için önemli avantajlar sunmaktadır.

Bu çalışmada orta sıcaklıkta çalışan uçak gövde bileşenleri, motor yapısal elemanları ve yük taşıyan bağlantı elemanları gibi birçok alanda kullanılan Ti-15Mo-3Al-2.7Nb-0.2Si β-titanyum alaşımı elementel tozlar kullanılarak gezegen tipi bilyalı değirmende karıştırılmış ve ardından basınç destekli sıcak presleme yöntemi ile yoğunlaştırılmıştır. Üretim sonrasında elde edilen numuneler metalografik olarak hazırlanmış ve mikroyapısal karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir. Ayrıca sertlik ve yoğunluk gibi temel mekanik özellikler belirlenerek uygulanan üretim sürecinin alaşımın yapısal bütünlüğü ve mekanik performansı üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Son olarak üretilen β-titanyum alaşımının faz yapısını ortaya koymak amacıyla XRD analizleri gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar elementel tozlardan başlayarak uygulanan toz metalurjisi esaslı üretim yaklaşımının β-titanyum alaşımlarında hedeflenen mekanik özelliklerin elde edilmesinde etkili bir yöntem olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: β-titanyum Alaşımları, Ti-15Mo-3Al-2.7Nb-0.2Si, Toz Metalurjisi, Basınç Destekli Sinterleme

PRODUCTION OF NEW GENERATION β-TITANIUM ALLOYS BY POWDER METALLURGY: A STUDY ON THE Ti-15Mo-3Al-2.7Nb-0.2Si ALLOY

ABSTRACT

Beta titanium alloys have attracted intense interest in many advanced engineering fields, particularly in aerospace and biomedical applications, due to their low elastic moduli, high specific strength, and superior corrosion resistance. The microstructure and mechanical properties of these alloys are directly dependent not only on the type of alloying elements but also on the manufacturing method employed and processing parameters. Especially powder metallurgy-based manufacturing approaches offer significant advantages for both biomedical and aerospace applications in terms of chemical composition control, microstructural homogeneity, and suitability for producing complex geometries.

In this study Ti-15Mo-3Al-2.7Nb-0.2Si β-titanium alloy, which is used in many areas such as intermediate-temperature aircraft fuselage components, engine structural elements, and load-bearing fasteners, was mixed using elemental powders in a planetary ball mill and subsequently consolidated by pressure-assisted hot pressing method. The samples obtained after production were metallographically prepared and microstructural characterization was performed. Furthermore, fundamental mechanical properties such as hardness and density were determined, and the effects of the applied manufacturing process on the structural integrity and mechanical performance of the alloy were comprehensively analyzed. Finally X-ray diffraction (XRD) analyses were conducted to reveal the phase structure of the produced β-titanium alloy. The obtained results demonstrated that the powder metallurgy-based manufacturing approach starting from elemental powders is an effective method for achieving homogeneous microstructure formation and targeted mechanical properties in β-titanium alloys.

Keywords: β-Titanium Alloys, Ti-15Mo-3Al-2.7Nb-0.2Si, Powder Metallurgy, Pressure Assisted Sintering

GİRİŞ

Beta titanyum alaşımları düşük elastik modülleri, yüksek özgül mukavemetleri, iyi korozyon dirençleri ve yüksek sıcaklık kararlılıkları sayesinde birçok ileri mühendislik alanında yoğun ilgi görmektedir. Özellikle β-titanyum alaşımları alaşım tasarımına bağlı olarak mekanik özelliklerin geniş bir aralıkta ayarlanabilmesine olanak tanımaktadır. Bu özellikleri sayesinde uçak yapısal bileşenleri, motor çevresi parçalar ve biyomedikal implant uygulamalarında önemli avantajlar sunmaktadır [1-2]. Bu alaşımların performansı yalnızca kimyasal

bileşimlerine değil aynı zamanda uygulanan üretim yöntemi ve işlem parametrelerine de doğrudan bağlıdır. Toz metalurjisi esaslı üretim yaklaşımları β-titanyum alaşımlarında homojen kimyasal bileşim elde edilmesi ve yüksek yoğunluk değerlerine ulaşılması açısından önemli avantajlar sağlamaktadır. Özellikle elementel tozlardan başlanarak uygulanan mekanik karıştırma ve basınç destekli yoğunlaştırma yöntemleri geleneksel ergitme yöntemlerine kıyasla mikroyapı kontrolü açısından daha esnek bir üretim imkânı sunmaktadır [3]. Ancak bu üretim yaklaşımı ile elde edilen alaşımların faz yapısının, mikroyapı homojenliğinin ve lokal mekanik özelliklerinin detaylı olarak karakterize edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle bu çalışmada orta sıcaklıkta çalışan uçak gövde bileşenleri, motor yapısal elemanları ve yük taşıyan bağlantı elemanları gibi birçok alanda kullanılabilen Ti-15Mo-3Al-2.7Nb-0.2Si β-titanyum alaşımı literatürde eklemeli imalat teknikleri ve ergitme temelli üretim yöntemleri olan vakum ark ergitme, vakum indüksiyon ergitme yöntemleri kullanılarak üretilmiş ve karakterize edilmiştir [4-7]. Bu yöntemler yüksek işlem sıcaklıkları, kimyasal segregasyon gibi dezavantajlar barındırmaktadır. Buna karşılık toz metalurjisi esaslı üretim yöntemi olan basınç destekli sinterleme özellikle titanyum alaşımlarında faz kararlılığının korunması, tane büyümesinin sınırlandırılması ve kimyasal bileşimin daha homojen şekilde kontrol edilmesi açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Ayrıca basınç destekli sinterleme yöntemi eş zamanlı olarak uygulanan sıcaklık ve basınç sayesinde titanyum alaşımlarında geleneksel yöntemlere göre daha düşük sinterleme sıcaklıklarında yüksek yoğunluklara ulaşılmasına imkân tanımaktadır [8-11].

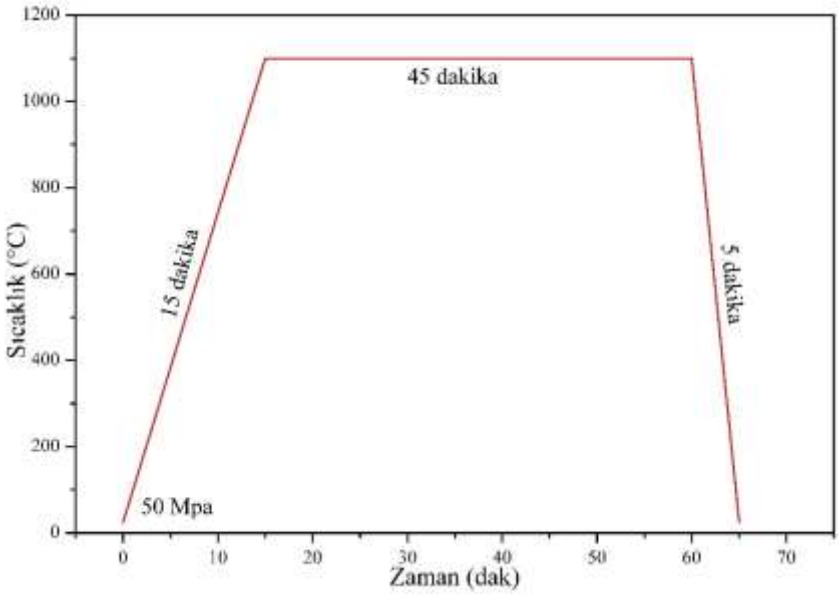
Bu çalışmada toz metalurjisi esaslı olarak üretilen Ti-15Mo-3Al-2.7Nb-0.2Si alaşımı faz yapısı, mikroyapısal özellikleri ve lokal mekanik davranışı XRD, optik mikroskop ve indentasyon testleri kullanılarak incelenmiştir.

MALZEME METOD

Ti-15Mo-3Al-2.7Nb-0.2Si β-titanyum alaşımı elementel tozlar kullanılarak hazırlanmıştır. Nihai numune boyutları 4 mm yükseklik ve 35 mm çapında olacak şekilde belirlenmiştir. Hesaplanan oranlarda hazırlanan elementel toz karışımı gezegen tipi bilyalı değirmende karıştırılmıştır. Karıştırma işlemi 150 rpm dönüş hızında 1 saat gerçekleştirilmiştir. Bilyalı değirmen parametreleri tozların aglomerasyonunu ve aşırı deformasyonunu önleyecek şekilde seçilmiştir. Uygulanan mekanik karıştırma işlemi sonucunda elementel tozların homojen bir şekilde dağıldığı bir toz karışımı elde edilmiştir.

Karıştırılan tozlar grafit kalıp içerisine dökülerek DIEX marka VS50 model sinterleme cihazı ile yoğunlaştırılmıştır. Numune üretimi Şekil 1'de verilen sinterleme çevrimi ile

gerçekleştirilmiştir. Sinterleme işlemi 15 dakikada 1100°C'ye ısıtma, 1100°C'de 45 dakika tutma olacak şekilde 50 MPa basınç altında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Sinterleme Çevrimi

Sinterleme sırasında reaksiyonların önlenmesi amacıyla üretimler vakum atmosferi (10^{-4}mbar) altında yapılmıştır. Üretilen numuneler kesilerek şekilde metalografik olarak hazırlanmıştır. Sıcak kalıplanan numuneler sırasıyla 320, 600, 1000 ve 2000 grid zımparalar kullanılarak zımparalama işlemine tabi tutulmuştur. Zımparalama işlemi sonrasında numuneler sırasıyla 9, 3 ve 1 mikronluk çuhalar kullanılarak elmas pasta solüsyonu ile parlatılmış ve ardından dağlama işlemi uygulanmıştır. Dağlama sonrası mikroyapı incelemesi Olympus marka BX41M-LED model optik mikroskobu kullanılarak yapılmıştır. Numunelerin kristal yapısal özelliklerini ve faz dağılımını belirlemek amacıyla X-ışını difraksiyon (XRD) analizi gerçekleştirilmiştir. XRD ölçümleri Bragg-Brentano geometrisinde çalışan bir difraktometre ile 2θ aralığı 20°-80° arasında yapılmıştır. Üretilen numunelerin sertliği ve elastik modülü AntonPaar marka Step 501 MCT^3 model indentasyon cihazında 5N yük ve 10s uygulama süresi kullanılarak ölçülmüştür. İndentasyon testlerinde 5x5 matris taraması yapılmıştır.

SONUÇLAR

Yoğunluk Ölçümleri

Sıcak pres ile numune üretimlerinin ardından yoğunluk ölçümleri Arşimed prensibine göre gerçekleştirilmiştir. Bileşim kompozisyonuna göre hesaplanan teorik yoğunluk değerinine göre

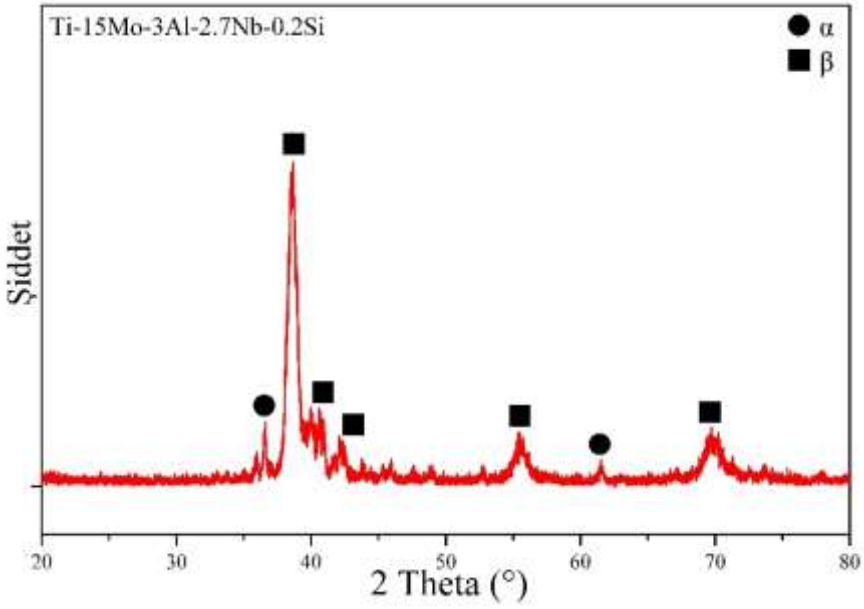
üretilen numunelerin yoğunluğu %97,3 olarak belirlenmiştir. Üretilen numuneler aynı zamanda optik mikroskop ile de paralatılmış konumda incelenerek yoğunluk verilerinin değerlendirilmesi yapılmıştır. Şekil 2'de Ti-15Mo-3Al-2.7Nb-0.2Si β-titanyum alaşımına ait parlatılmış konumda optik mikroskop görüntüsü verilmiştir. Siyah kontrasta sahip gözeneklerin büyük ölçüde yuvarlak hatlı ve küçük boyutlu oldukları dikkati çekmektedir. Bu tarz bir porozite karakteristiği sinterlemenin nihai aşamasına ulaşıldığını ve sinterlemenin başarılı olduğunu göstermektedir. Elde edilen bu sonuçlar basınç destekli sıcak presleme yöntemi ile yüksek yoğunlukta bir β-titanyum alaşımı üretilebildiğini göstermektedir [12].



Şekil 2. Ti-15Mo-3Al-2.7Nb-0.2Si alaşımının parlatılmış konumda optik mikroskop görüntüsü

X-Işını Difraksiyonu ile Analiz (XRD)

Üretilen Ti-15Mo-3Al-2.7Nb-0.2Si alaşımının Şekil 3'te gösterilen XRD analizi mikroyapının ağırlıklı olarak β-Ti fazından oluştuğunu ortaya koymaktadır. Kırınım desenindeki piklerin yüksek şiddette gözlemlenmesi, Mo ve Nb elementlerinin güçlü β-faz stabilize edici etkisini göstermektedir. XRD analizi numunenin ısıl işlem uygulanmamış as-built durumda metastabil β-titanyum karakterini koruduğunu göstermektedir.

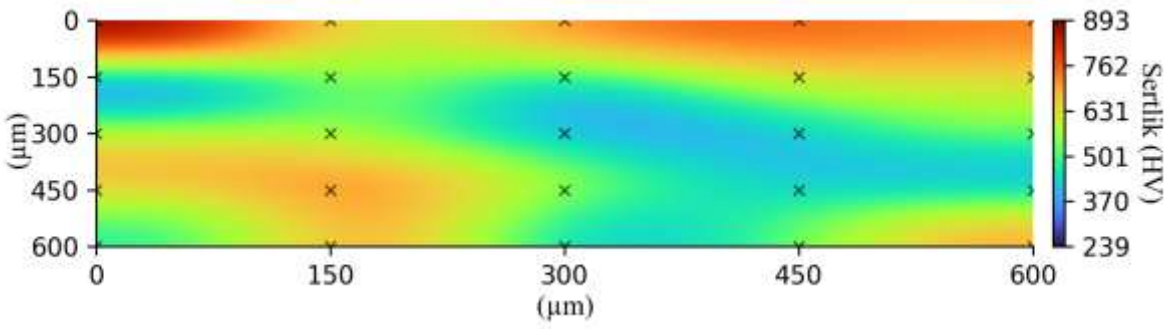


Şekil 3. Ti-15Mo-3Nb-3Al-0.2Si alaşımının XRD grafiği

Benzer sonuçlar Cao ve ark. [13] tarafından yapılan Ti-15Mo-3Nb-3Al-0.2Si alaşımı üzerinde gerçekleştirilen kapsamlı çalışmalarla uyumlu bulunmuştur. Söz konusu çalışmada as-built numunelerin XRD desenlerinde β-fazın baskın olduğu, α fazın az miktarda bulunduğu gösterilmiştir. Dolayısıyla bu çalışmada elde edilen XRD sonuçları literatürde metastabil β-Ti alaşımlarının ısıl işlemsiz durumları için raporlanan tipik faz yapısını doğrulamaktadır.

İndentasyon Testi

İndentasyon sonuçları üretilen Ti-15Mo-3Al-2.7Nb-0.2Si alaşımında sertliğin döküm alaşımlarda sıklıkla gözlenen homojen dağılımdan farklı olarak belirgin bir lokal değişkenlik sergilediğini ortaya koymaktadır. Lokal faz konumlarına göre 250 ile 750 HV arasında değişen sertlik değerleri elde edilmiştir (Şekil 4). Bu durum alaşımın elementel tozların mekanik olarak karıştırılmasının ardından üretilmesinden kaynaklanan mikroyapısal ve kimyasal heterojenlik ile ilişkilendirilmektedir. Literatürde benzer şekilde toz metalurjik olarak üretilmiş malzemelerde lokal faz dağılım farklılıklarının mekanik özelliklerde heterojenlik oluşturduğu belirtilmiştir. Ayrıca metastabil β-titanyum alaşımlarında mekanik heterojenlik β-faz stabilize edici elementlerin yerel dağılımından kaynaklanabileceği ifade edilmektedir [14-15]



Şekil 4. Ti-15Mo-3Nb-3Al-0.2Si alaşımının sertlik taraması

SONUÇ

Bu çalışmada Ti-15Mo-3Al-2.7Nb-0.2Si metastabil β-titanyum alaşımı elementel tozlar kullanılarak toz metalurjik basınç destekli sıcak presleme yöntemi ile başarıyla üretilmiş ve faz yapısı, yoğunluk ve lokal mekanik davranışı incelenmiştir. Optik mikroskop görüntüleri üzerinden gerçekleştirilen porozite analizleri numunede yaklaşık %97,3 relatif yoğunluğa ulaşıldığını ve porozitelerin küçük boyutlu/küresel şekilli ve homojen dağılım sergilediğini ortaya koymuştur. Bu sonuçlar uygulanan basınç destekli sıcak presleme parametrelerinin yüksek yoğunluklu ve yapısal bütünlüğü yüksek bir alaşım elde edilmesinde etkili olduğunu göstermektedir. XRD analizleri üretilen alaşımın faz yapısının baskın olarak β-Ti fazından oluştuğunu ve α-Ti fazının yalnızca sınırlı miktarda bulunduğunu ortaya koymuştur. İndentasyon testleri ise sertliğin döküm benzeri alaşımlarda gözlenen homojen dağılımdan farklı olarak lokal değişkenlik gösterdiğini ortaya koymuştur. Bu heterojen sertlik dağılımı elementel tozlardan başlanarak uygulanan mekanik karıştırma sürecine bağlı olarak gelişen lokal kimyasal ve mikroyapısal farklılıklar ile ilişkilendirilmiştir.

KAYNAKÇA

[1] Yavuz, H., & Yamanoglu, R. (2023). A Review on the Properties of β Type Ti Alloys: Microstructure, Mechanical, Corrosion Properties and Production Methods. Journal of Polytechnic, 26.

[2] TIMET. (2023). TIMETAL® 21S (Ti–15Mo–3Nb–3Al–0.2Si) datasheet. https://www.timet.com/documents/datasheets/metastable-beta-alloys/timetal-21s.pdf Erişim Tarihi: 27.12.2025

[3] Kim, K. T., Y ang, H. C., (2001) "Densification behavior of titanium alloy powder during hot pressing", Materials Science and Engineering A, 313, 46-52,.

[4] Emanuelli, L., Jam, A., Tonon, V., Valsecchi, G., Lora, C., Benedetti, M., & Pellizzari, M. Influence of post heat treatments on the microstructure and properties of Beta-Ti21S alloy produced by Laser Powder Bed Fusion for lightweight applications.

[5] Yamanoglu, R. (2021). Network distribution of molybdenum among pure titanium powders for enhanced wear properties. Metal Powder Report, 76(1), 32-39.

[6] Park, C. W., Choi, M. S., Lee, H., Yoon, J., Javadinejad, H. R., & Kim, J. H. (2020). High-temperature deformation behavior and microstructural evolution of as-cast and hot rolled β21S alloy during hot deformation. Journal of Materials Research and Technology, 9(6), 13555-13569.

[7] Macias-Sifuentes, M. A., Xu, C., Sanchez-Mata, O., Kwon, S. Y., Atabay, S. E., Muñiz-Lerma, J. A., & Brochu, M. (2021). Microstructure and mechanical properties of β-21S Ti alloy fabricated through laser powder bed fusion. Progress in Additive Manufacturing, 6(3), 417-430.

[8] Yamanoglu, R., Efendi, E., Kolayli, F., Uzuner, H., & Daoud, I. (2018). Production and mechanical properties of Ti–5Al–2.5 Fe–xCu alloys for biomedical applications. Biomedical Materials, 13(2), 025013.

[9] F. Khoshnaw, R. Yamanoglu, U. G. Basci and O. Muratal, “Pressure assisted bonding processof stainless steel on titanium alloy using powder metallurgy,” Materials Chemistry and Physics, vol.259, pp. 1-8, 2021.

[10] R. Yamanoglu, “Pressureless spark plasma sintering: A perspective from conventional sinteringto accelerated sintering without pressure,” Powder Metallurgy and Metal Ceramics, vol. 57, no. 9-10, pp. 513-525, 2019.

[11] H. H. Bakır, E. Karakulak, R. Yamanoglu ve M. Zeren “Sıcak preslenmiş Ti6Al4V alaşımı tozlarının mikroyapısal karakterizasyonu ve aşınma özellikleri,” Metal Dünyası Dergisi, ss. 70-72,2011.

[12] Yamanoglu, R., Efendi, E., Kolayli, F., Uzuner, H., & Daoud, I. (2018). Production and mechanical properties of Ti–5Al–2.5 Fe–xCu alloys for biomedical applications. Biomedical Materials, 13(2), 025013.

[13] Cao, P., Yang, M., Huang, H., Miao, Y., Zhang, Y., Cao, G., & Liu, Q. (2025). The influence of post-heat treatment on microstructure and mechanical properties of a metastable beta titanium alloy processed by additive friction stir deposition. Materials Science and Engineering: A, 148494.

[14] Fer, B., Tingaud, D., Hocini, A., Hao, Y., Leroy, E., Prima, F., & Dirras, G. (2020). Powder metallurgy processing and mechanical properties of controlled Ti-24Nb-4Zr-8Sn heterogeneous microstructures. Metals, 10(12), 1626.

[15] Koli, R. P., & Devaraj, A. (2018). A review of metastable beta titanium alloys. Metals, 8(7), 506.

PLAKALI BİR ISI DEĞİŞTİRİCİSİNDE TÜRBÜLANSLI AKIŞ KOŞULLARININ ISI TRANSFER PERFORMANSI ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN DENEYSEL OLARAK İNCELENMESİ

Mahir ŞAHİN
Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Adana
ORCID: 0000-0002-9565-9160
Mustafa KILIÇ
Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Adana
ORCID: 0000-0002-8006-149X

ÖZET

Bu çalışmada, plakalı bir ısı değiştiricisinde akış koşullarının ısı transfer performansı üzerindeki etkisi deneysel olarak incelenmiştir. Ana parametreler olarak Re sayısının ve sıcak akışkan giriş sıcaklığının, ısı transfer etkinliği (ε) ve kapasite oranı (c) üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Türbülanslı akış koşulları altında Re sayıları 6000, 9000, 12000, 15000 ve 18000; sıcak akışkan giriş sıcaklıkları ise 25°C, 35°C, 45°C ve 55°C olarak incelenmiştir. Sıcak akışkan giriş sıcaklığı 25°C iken Re sayısının 6000'den 18000'e artırılması, ısı transfer etkinliğinde %7,5'lik bir artışa yol açarken, 55°C'de bu artış %18'e ulaşmıştır. Sıcak akışkan giriş sıcaklığının kapasite oranı üzerindeki etkisi incelendiğinde ise, sıcaklığın 25°C'den 55°C'ye yükseltilmesinin tüm Re sayıları için kapasite oranında yaklaşık %10'luk bir azalmaya neden olduğu belirlenmiştir. Kapasite oranındaki bu azalma, karşıt akışlı ısı değiştiricilerinde daha düşük c değerleri ile daha yüksek ısı transfer etkinliği arasındaki teorik ilişki ile uyumlu olup, artan giriş sıcaklıklarında sistemin daha gelişmiş bir termal performans sergilediğini göstermektedir. Genel olarak elde edilen bulgular, akış parametreleri ve sıcaklık etkilerinin plakalı ısı değiştiricilerinin termal performansının belirlenmesinde belirleyici bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Plakalı ısı değiştiricisi, deney, türbülanslı akış, ısı transferi.

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF TURBULENT FLOW CONDITIONS ON THE HEAT TRANSFER PERFORMANCE OF A PLATE HEAT EXCHANGER

ABSTRACT

In this study, the effect of flow conditions on the heat transfer performance of a plate heat exchanger was experimentally investigated. The effects of Reynolds number and hot fluid inlet temperature on heat transfer effectiveness (ε) and capacity ratio (c) were evaluated as the main parameters. Under turbulent flow conditions, Reynolds numbers of 6000, 9000, 12000, 15000,

and 18000, and hot fluid inlet temperatures of 25°C, 35°C, 45°C, and 55°C were examined. When the hot fluid inlet temperature was 25°C, increasing the Reynolds number from 6000 to 18000 resulted in a 7.5% increase in heat transfer effectiveness, while at 55°C, this increase reached 18%. Regarding the influence of hot fluid inlet temperature on the capacity ratio, it was determined that increasing the temperature from 25°C to 55°C led to approximately a 10% decrease in the capacity ratio for all Reynolds numbers. This decrease in capacity ratio is consistent with the theoretical correlation between lower c values and higher heat transfer effectiveness in counter-flow heat exchangers, indicating that the system exhibits enhanced thermal performance under elevated inlet temperatures. Overall, the findings demonstrate that flow parameters and temperature effects play a decisive role in determining the thermal performance of plate heat exchangers.

Keywords: Plate heat exchanger, experiment, turbulent flow, heat transfer.

1. Introduction

Plate heat exchangers are increasingly essential across fields such as chemical processing, energy systems, food production, and HVAC due to their compact structure, high heat-transfer capability, and straightforward maintenance requirements. Their design enables a large effective heat-transfer surface to be accommodated within a small volume, which makes them suitable for installations where available space is limited yet high thermal performance is required [1]. Previous studies have reported that incorporating corrugated plates enhances flow turbulence within the channels and leads to improved convective heat transfer [2-6].

The existing literature in the field of plate heat exchangers (PHEs) encompasses a wide spectrum of research topics, including heat transfer enhancement strategies, flow pattern dynamics, hydraulic behavior, fouling mechanisms, material performance, and both computational and experimental analyses. Over the past decades, a combination of experimental and numerical approaches has greatly contributed to advancing the knowledge of fluid dynamics and thermal behavior within PHEs. A prominent example is the chevron plate configuration, which has been shown to significantly affect heat transfer rates and pressure drop, as reported by Martin [7] and Gherasim et al. [8]. The chevron angle, in particular, plays a decisive role in promoting turbulence levels inside the exchanger, thereby influencing both heat transfer effectiveness and energy consumption, as emphasized by [9]. In another study, Dvořák and Vít [6] employed CFD techniques to analyze thermal and flow characteristics in

PHEs, offering valuable guidance for performance optimization. Mocnik et al. [10] focused on low-Reynolds-number flow ($70 \leq Re \leq 469$) in dimpled plate configurations and observed the formation of distinct dead and active flow regions. Their findings suggest that the volume fraction of dead zones increases with rising Reynolds number, and fully turbulent flow conditions emerge at $Re \geq 469$. Jouhara et al. [11] conducted both experimental and theoretical investigations on multi-pass heat pipe-based exchangers, concluding that the Reynolds number and number of flow passes are strongly correlated with the heat transfer rate, with system effectiveness improving as the number of passes increases. The integration of nanofluids into PHEs has also gained attention as an effective method to boost thermal performance. Javadi et al. [12] demonstrated that the presence of nanoparticles can enhance the heat transfer rate significantly; however, it may also lead to increased pressure losses, necessitating a careful balance between thermal gain and pumping cost. Furthermore, Rios-Iribe et al. [13] explored the behavior of non-Newtonian fluids in PHEs, contributing important insights into how fluid rheology affects the thermal and hydraulic performance of these systems.

Zheng et al. [14] explored the thermal performance of plate heat exchangers used in solar-energy systems by employing different nanofluids. Their results showed that although nanofluids enhanced heat transfer, they also caused a noticeable increase in pressure drop compared to the base fluid. In another investigation, Ahmadi et al. [15] analyzed the thermal conductivity of various nanofluids through both experimental measurements and theoretical modeling, revealing that temperature, particle shape, and concentration all influence conductivity. They reported that higher temperatures and greater nanoparticle loading lead to increased thermal conductivity. Yang et al. [16] focused on the heat transfer behavior of pure water flowing over strip fins for 18 different geometric configurations, emphasizing the role of the ratio between the leading-tip area of an individual cell and the square of fin thickness. Their findings indicated that a lower ratio corresponds to enhanced heat-transfer capability. Song et al. [17] further examined strip fins under varying Reynolds numbers, demonstrating that the interplay between heat-transfer enhancement and flow resistance is essential for effective heat-exchanger design. Jiang et al. [18] conducted experimental and analytical studies on the thermo-hydraulic characteristics of liquid helium flowing through offset-strip fins, identifying how fin performance changes under different temperature conditions. Building on structural enhancements, Wang et al. [19] introduced a new heat-exchanger configuration by integrating topology optimization with the moving asymptote method.

Their analysis showed that adjustments in structural parameters significantly influence the resulting topology and flow-channel layout.

The primary distinction of this study from the existing literature lies in its detailed examination of heat-transfer behavior in a plate heat exchanger operating under turbulent flow conditions and within low-temperature ranges. While many prior studies have focused on higher temperature levels, laminar or transitional regimes, or different geometrical configurations and working fluids, the present work provides a comprehensive assessment tailored specifically to compact systems that operate at lower temperatures. Since thermal performance is critical in small-volume thermal-management applications, the variation of flow behavior and heat transfer across different low-temperature intervals under turbulent conditions has been carefully analyzed, and an optimization framework has been developed accordingly. In this respect, the study offers novel and valuable contributions to the design and performance enhancement of plate heat exchangers intended for low-temperature and limited-volume applications.

2. Material and Method

The plate heat exchanger examined in this work is constructed from stainless steel, a material widely preferred in thermal systems due to its corrosion resistance, mechanical strength, and adequate thermal conductivity. The exchanger consists of 12 plates that form the primary surface through which thermal energy is transferred. Plate count directly influences the effective heat-transfer area; increasing the number of plates generally enhances thermal performance by enlarging the contact surface between the fluids. The choice of stainless steel ensures structural stability and reliable operation under varying thermal and environmental conditions without compromising performance. In this configuration, the total heat-transfer area is 480 cm^2, and the overall dimensions of the unit are 450 mm in length, 250 mm in width, and 100 mm in height. Table 1 summarizes commonly used construction materials for heat exchangers in practical applications.

Table 1. The most frequently utilized heat exchanger materials in practice.

Material	**Maximum operation temperature (℃)**	**Typical application**	**References**
Carbon steel	427	Low-cost heat exchangers in oil and gas industry.	[1,2]
Stainless steel	816	High-temperature, corrosive environments like chemical and power plants.	[3,4]
Copper	260	Electronics cooling and heat sinks.	[1,2,4]
Copper alloy	400	Marine and desalination applications.	[2,4]
Aluminum alloy	204	Automotive and lightweight applications.	[2,5,6]

In this study, the Reynolds number was varied within the range of 6000 to 30000. Pure water served as both the hot and cold working fluids. The plates of the heat exchanger were configured to provide counter-flow between the hot and cold streams, ensuring efficient thermal interaction (Figure 1). During the experiments, hot water was supplied to the system at multiple flow rates corresponding to inlet temperatures of 25 ℃, 35 ℃, 45 ℃, and 55 ℃, while the cold-side inlet temperature was maintained at a constant 20 ℃ throughout all tests.

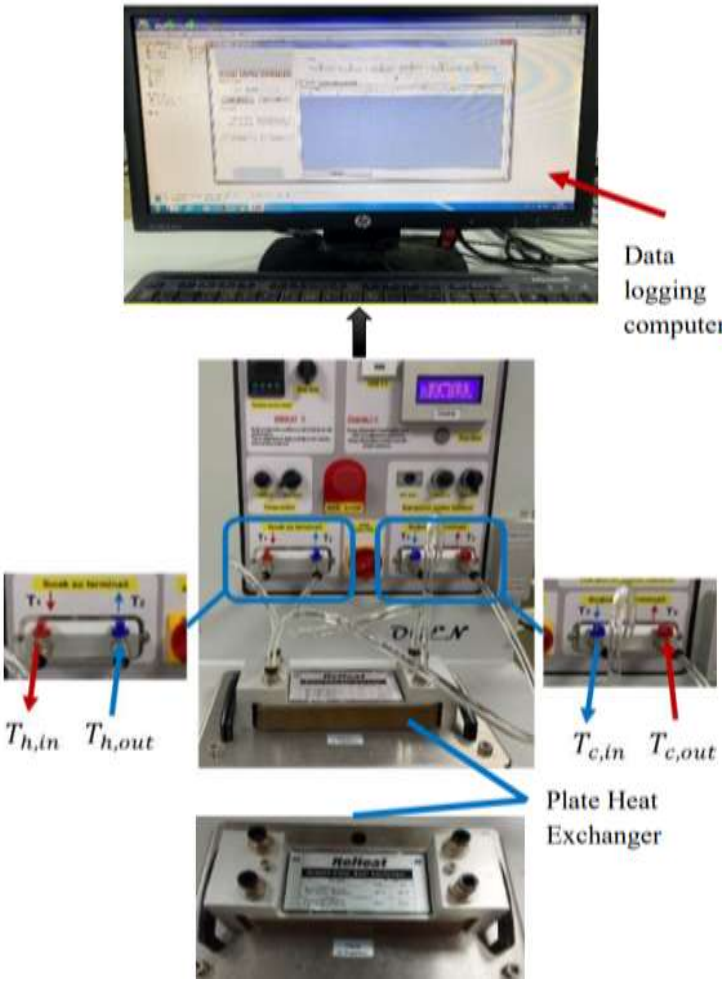


Fig. 1. Experimental setup [16]

Physical properties and operational limits of the plate heat exchanger used in the experiments, including material type, model designation, and maximum allowable operating conditions are presented in Table 2.

Table 2. Physical specification of the plate heat exchanger

Plate material	AISI 304
Type	SD-005
Max working pressure	10 bar
Max working temp.	100°C
Surface area	480 cm^2
Dimensions	450x250x100 mm

Re represents the ratio of inertial forces to viscous forces within the flow and is used to characterize the flow regime inside the heat exchanger channels. Re number defined as follows:

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu}$$

The heat capacity rates represent the amount of thermal energy that each fluid stream can transport per unit temperature change and are defined as the product of mass flow rate and specific heat capacity.

$$C_c = \dot{m}_c c_{pc}$$

$$C_h = \dot{m}_h c_{ph}$$

C_{min} and C_{max} denote the smaller and larger of the two heat capacity rates, respectively.

$$C_{min} = \min(C_c, C_h)$$

$$C_{max} = \max(C_c, C_h)$$

ΔT_{max} represents the maximum possible temperature difference between the hot and cold streams at the inlets of the heat exchanger.

$$\Delta T_{max} = T_{h,in} - T_{c,in}$$

Q_{max} represents the maximum theoretical heat transfer that the exchanger could achieve under ideal conditions.

$$\dot{Q}_{max} = C_{min} \Delta T_{max}$$

Heat transfer effectiveness represents the ratio of the actual heat transfer to the maximum possible heat transfer in a heat exchanger.

$$\varepsilon = \frac{\dot{Q}_{act}}{\dot{Q}_{max}} = \frac{Actual\ heat\ transfer\ amount}{Maximum\ heat\ transfer\ amount}$$

Effectiveness is fundamentally a function of the capacity ratio (c) and the number of transfer units (NTU), which together determine the theoretical performance limits of the exchanger.

$$NTU = \frac{UA_s}{C_{min}}$$

The capacity ratio is defined as the ratio of the minimum heat capacity rate to the maximum heat capacity rate in a heat exchanger. It characterizes the thermal balance between the two fluid streams and determines how effectively the exchanger can transfer heat.

$$c = \frac{C_{min}}{C_{max}}$$

$$\varepsilon = f(c, NTU)$$

3. Results and Discussion

The parameters investigated in the experimental study and the corresponding operating points are presented in detail in Table 3.

Table 3. The parameters which is studied in the experiments.

Input Parameter	Output Parameter	Description
Re = 6000 Re = 9000 Re = 12000 Re = 15000 Re = 18000	ε (Heat Transfer Effectiveness)	Effect of flow velocity under turbulent conditions on heat-transfer effectiveness.
$T_{h,in}$ = 25°C $T_{h,in}$ = 35°C $T_{h,in}$ = 45°C $T_{h,in}$ = 55°C	c (Capacity ratio)	Effect of hot inlet temperature on the capacity ratio of the heat exchanger.

3.1. Effect of Re Number on Effectiveness

To examine the effect of the Reynolds number on heat-transfer performance, turbulent-flow conditions were analyzed by keeping the cold-side inlet temperature constant at $T_{c,in}$ = 20 °C and the cold-side Re number fixed at Re_{cold} = 6000, while the hot-side inlet temperature was varied at $T_{h,in}$ = 25, 35, 45, and 55 °C. For the case of $T_{h,in}$ = 55 °C, increasing the hot-side Re number from Re_{hot} = 6000 to 9000 resulted in 10% improvement in heat-transfer effectiveness. When Re_{hot} was raised from 9000 to 12000, the effectiveness increased by 5%. Further increments from 12000 to 15000 produced an additional 2% enhancement, while increases in the range of 15000 to 18000 yielded 1% improvement. In Figure 2, this effect is presented for all temperature points.

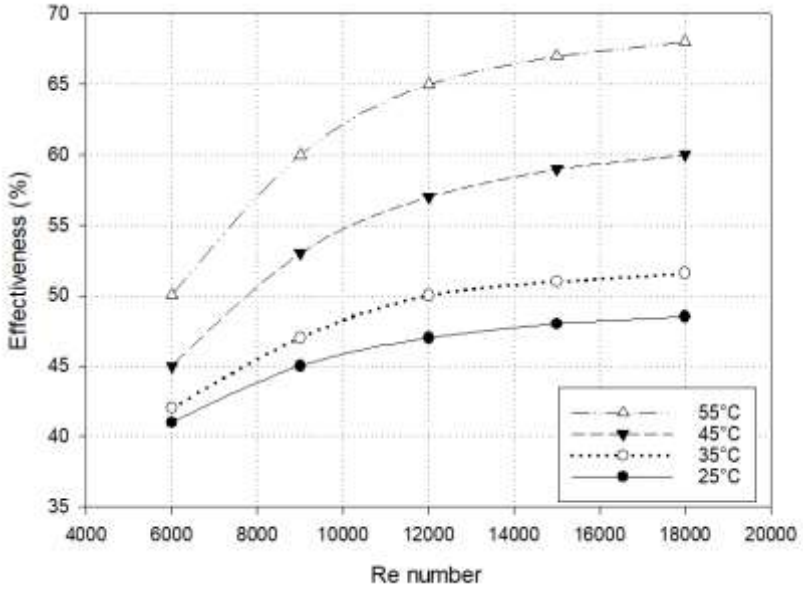


Fig. 2. The effect of Re number on the effectiveness

For $T_{h,in}$ = 45 °C, increasing the hot-side Re from 6000 to 18000 produced a 15% increase in heat-transfer effectiveness. When $T_{h,in}$ = 35 °C, the same Re range resulted in a 9.6% increase in effectiveness. For $T_{h,in}$ = 25 °C, the effectiveness increased by 7.5% under identical Re variations. These results show that higher inlet temperatures correspond to greater improvements in effectiveness as Re increases, demonstrating a stronger response of the system to enhanced turbulence at elevated temperature differences.

This improvement was more pronounced at higher temperature differences, where turbulence effects more efficiently reduced the thermal boundary layer. However, as Re approached the upper end of the tested range, the rate of improvement gradually diminished, indicating that the exchanger was approaching its asymptotic thermal performance limit. This behavior confirms that while increasing Re is an effective method for improving heat-transfer performance, its impact becomes less significant beyond a certain turbulence level. Effectiveness is fundamentally governed by NTU and the capacity ratio c. In this context, increasing Re enhances the convective coefficient and thus raises NTU; however, the improvements remain moderate because NTU is strongly linked to the physical heat-transfer area of the exchanger. Since the plate heat exchanger used in this study has a fixed and relatively compact surface area, NTU cannot increase indefinitely, which explains why effectiveness gains diminish at higher Re values.

3.2. Effect of Inlet Temperature on Capacity Ratio

To evaluate the effect of inlet temperature on heat-transfer performance, the cold-side inlet temperature was kept constant at $T_{c,in}$ = 20 °C, while the hot-side inlet temperature was gradually varied at $T_{h,in}$ = 25, 35, 45, and 55 °C under turbulent-flow conditions. The cold-side Re was maintained at Re_{cold} = 6000, and for each inlet temperature level, the hot-side Re values were individually examined across the entire defined Re number range (Figure 3).

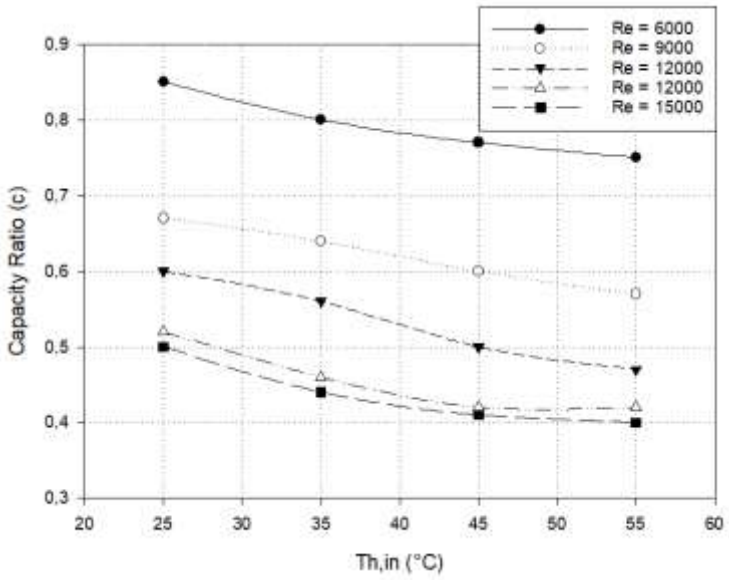


Fig. 3. Effect of increasing inlet temperature for all Re values.

When the hot-side inlet temperature was increased from 25 °C to 55 °C, an approximate 10% reduction in the capacity ratio was observed for each case. This decrease in capacity ratio corresponds to an improvement in heat-transfer performance, indicating that higher inlet temperatures enhance the thermal driving potential of the plate heat exchanger.

The findings indicate that lowering the capacity ratio through increased temperature difference enables the plate heat exchanger to operate closer to its optimal thermal performance. However, the magnitude of improvement becomes less pronounced once the system nears its effective operating limits, demonstrating that inlet temperature adjustments are beneficial but subject to diminishing returns at higher thermal loads.

4. Conclusions

In this study, the thermal performance of a plate heat exchanger was experimentally examined with respect to the effects of Re and hot-side inlet temperature under turbulent-flow conditions. The findings provide a comprehensive understanding of how these parameters shape the heat-transfer effectiveness and overall thermo-hydraulic behavior of the system. As a result;

1. Increasing the hot-side Re from 6000 to 18000 resulted in a significant overall enhancement in heat-transfer effectiveness, with the improvement reaching up to 15% depending on the inlet temperature level. This outcome demonstrates that higher Re strengthens turbulent mixing and reduces the thermal boundary layer, thereby improving thermal performance.
2. Increasing the hot-side inlet temperature from 25 °C to 55 °C led to an approximate 10% decrease in the capacity ratio for each case. This reduction indicates a stronger thermal driving potential across the exchanger, which in turn contributed to higher heat-transfer effectiveness.
3. Effectiveness depends primarily on NTU and the capacity ratio c. Increasing Re raises NTU by enhancing convection, but the improvement remains limited because NTU is constrained by the fixed and compact heat-transfer area of the exchanger. This geometric limitation explains why effectiveness increases become smaller at high Re. Similarly, higher inlet temperature reduces c by about 10%, which supports higher effectiveness, showing that temperature affects performance mainly through changes in capacity ratio.
4. Future research should prioritize developing improved plate geometries or surface enhancements to increase the effective heat-transfer area and achieve higher NTU within compact designs. Combining experimental work with CFD-based optimization can also help refine flow distribution and thermal performance, offering clearer guidelines for designing more efficient plate heat exchangers.

REFERENCES

[1] Khan, T. S., Khan, M. S., Chyu, M. C., & Ayub, Z. H. (2010). Experimental investigation of single phase convective heat transfer coefficient in a corrugated plate heat exchanger for multiple plate configurations. Applied Thermal Engineering, 30(8-9), 1058-1065.
[2] Gherasim, I., Taws, M., Galanis, N., & Nguyen, C. T. (2011). Heat transfer and fluid flow in a plate heat exchanger part I. Experimental investigation. International Journal of Thermal Sciences, 50(8), 1492-1498.

[3] Sahin, M., Kilic, M., & Karadag, M. A. (2025). Investigation of heat transfer enhancement using hemispherical turbulators in a double-pipe regenerative heat exchanger with phase change material. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 1-17.
[4] Kilic, M., Sahin, M., & Abdulvahitoglu, A. (2024). A new approach for enhancing the effectiveness of a regenerative heat exchanger by using organic and inorganic phase change material. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 149(22), 13081-13093.
[5] Güneş, T., Şahin, M., & Kılıç, M. (2023). Investigation of the effect of different parameters of phase change materials on heat exchanger performance. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 38(4), 1117-1128.
[6] Ala, M., Şahin, M., Kılıç, M., & Dişken, G. (2025). An Investigation on Design Criteria of Heat Exchangers by Using Tree Models of Machine Learning Methods. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 40(2), 375-386.
[7] Martin, H. (1996). A theoretical approach to predict the performance of chevron-type plate heat exchangers. Chemical Engineering and Processing: Process Intensification, 35(4), 301-310.
[8] Kanaris, A. G., Mouza, A. A., & Paras, S. V. (2009). Optimal design of a plate heat exchanger with undulated surfaces. International Journal of Thermal Sciences, 48(6), 1184-1195.
[9] Dvořák, V., & Vít, T. (2017). Evaluation of cae methods used for plate heat exchanger design. Energy Procedia, 111, 141-150.
[10] Močnik, U., Čikić, A., & Muhič, S. (2024). Numerical and experimental analysis of fluid flow and flow visualization at low Reynolds numbers in a dimple pattern plate heat exchanger. Energy, 288, 129812.
[11] Jouhara, H., Almahmoud, S., Brough, D., Guichet, V., Delpech, B., Chauhan, A., ... & Serey, N. (2021). Experimental and theoretical investigation of the performance of an air to water multi-pass heat pipe-based heat exchanger. Energy, 219, 119624.
[12] Javadi, F. S., Sadeghipour, S., Saidur, R., BoroumandJazi, G., Rahmati, B., Elias, M. M., & Sohel, M. R. (2013). The effects of nanofluid on thermophysical properties and heat transfer characteristics of a plate heat exchanger. International Communications in Heat and Mass Transfer, 44, 58-63.
[13] Rios-Iribe, E. Y., Cervantes-Gaxiola, M. E., Rubio-Castro, E., & Hernández-Calderón, O. M. (2016). Heat transfer analysis of a non-Newtonian fluid flowing through a Plate Heat Exchanger using CFD. Applied Thermal Engineering, 101, 262-272.
[14] Zheng, D., Wang, J., Chen, Z., Baleta, J., & Sundén, B. (2020). Performance analysis of a plate heat exchanger using various nanofluids. International Journal of Heat and Mass Transfer, 158, 119993.
[15] Ahmadi, M. H., Mirlohi, A., Nazari, M. A., & Ghasempour, R. (2018). A review of thermal conductivity of various nanofluids. Journal of Molecular Liquids, 265, 181-188.
[16] Yang, Y., Li, S., & Liu, H. (2023). Experimental investigation on the heat transfer behavior of water in offset strip fin channels. International Journal of Heat and Mass Transfer, 202, 123656.
[17] Song, R., Cui, M., & Liu, J. (2017). A correlation for heat transfer and flow friction characteristics of the offset strip fin heat exchanger. International Journal of Heat and Mass Transfer, 115, 695-705.
[18] Jiang, Q., Zhuang, M., Zhu, Z., & Shen, J. (2019). Thermal hydraulic characteristics of cryogenic offset-strip fin heat exchangers. Applied Thermal Engineering, 150, 88-98.
[19] Wang, D., Wu, Q., Wang, G., Zhang, H., & Yuan, H. (2024). Experimental and numerical study of plate heat exchanger based on topology optimization. International Journal of Thermal Sciences, 195, 108659.
[20] Ala, M., Şahin, M., & Kılıç, M. (2024). Experimental investigation of the effect of different parameters on plate and frame heat exchanger effectiveness. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 39(4), 951-959.

YAPAY SİNİR AĞI TAHMİNLERİ VE AMPİRİK KORELASYONLAR KULLANILARAK PLAKALI BİR ISI DEĞİŞTİRİCİSİNDE ISI TRANSFER ETKİNLİĞİNİN HİBRİT MODELLEMESİ

Mahir ŞAHİN
Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Adana
ORCID: 0000-0002-9565-9160
Mustafa KILIÇ
Adana Alparslan Türkeş Science and Technology University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, Adana
ORCID: 0000-0002-8006-149X

ÖZET

Bu çalışma, plakalı bir ısı değiştiricisinin ısı transfer etkinliğini, hem ampirik modelleme hem de yapay sinir ağları (YSA) teknikleri kullanılarak değerlendirilen deneysel bir veri seti üzerinden incelemektedir. İlk aşamada, ölçülen etkinlik değerlerine dayalı olarak sistem davranışının temel bir gösterimini sağlamak amacıyla doğrusal olmayan regresyon yaklaşımı uygulanarak ampirik bir korelasyon elde edilmiştir. Tahmin yeteneğini geliştirmek için Bayesian Regularization (BR), Levenberg–Marquardt (LM) ve Scaled Conjugate Gradient (SCG) olmak üzere üç farklı YSA eğitim algoritması eğitilmiş ve karşılaştırılmıştır. BR tabanlı YSA modeli, giriş sıcaklığı ve Re sayısının doğrusal olmayan etkilerini diğer algoritmalara kıyasla daha doğru bir şekilde yakalayarak üstün genelleme performansı sergilemiştir. YSA tarafından üretilen tahminler kullanılarak, etkinlik, akışkan hızı ve sıcaklık arasındaki ilişkiyi daha iyi temsil eden, YSA tabanlı iyileştirilmiş bir ampirik korelasyon formüle edilmiştir. Elde edilen bulgular, veri güdümlü hibrit yaklaşımların geleneksel termal modellemeyi tamamlayıcı potansiyelini ortaya koymakta ve plakalı ısı değiştiricilerinde gelecekte yapılacak optimizasyon çalışmaları ile gerçek zamanlı performans tahmini için bir temel sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Plakalı ısı değiştiricisi, yarı-ampirik korelasyon, YSA, performans.

HYBRID MODELING OF HEAT TRANSFER EFFECTIVENESS IN A PLATE HEAT EXCHANGER USING ANN PREDICTIONS AND EMPIRICAL CORRELATIONS

ABSTRACT

This study investigates the heat-transfer effectiveness of a plate heat exchanger using an experimental dataset evaluated through both empirical modeling and artificial neural network (ANN) techniques. A nonlinear regression approach was first applied to derive an empirical correlation based on the measured effectiveness values, providing a baseline representation of the system behavior. To enhance predictive capability, three ANN training algorithms—

Bayesian Regularization (BR), Levenberg–Marquardt (LM), and Scaled Conjugate Gradient (SCG)—were trained and compared. The BR-based ANN model demonstrated superior generalization performance, capturing the nonlinear effects of the inlet temperature and Reynolds number more accurately than the other algorithms. Using the ANN-generated predictions, a refined ANN-based empirical correlation was formulated, offering improved representation of the relationship between effectiveness, flow velocity, and temperature. The findings highlight the potential of hybrid data-driven approaches to complement traditional thermal modeling and provide a foundation for future optimization studies and real-time performance prediction in plate heat exchangers.

Keywords: Plate heat exchanger, semi-empirical correlation, ANN, performance.

1. Introduction

Plate heat exchangers are widely used in energy, chemical, and thermal management applications due to their compact structure and high heat-transfer capability [1–3]. In recent years, data-driven modeling techniques such as artificial neural networks have gained increasing attention for improving their performance prediction, enabling more accurate analysis of flow–temperature interactions and supporting the development of advanced heat-transfer correlations [4–7].

Recent advances in heat exchanger research increasingly emphasize data-driven modeling approaches, particularly those integrating experimental datasets with artificial intelligence techniques. In this context, studies have widely explored ANN-based prediction frameworks to capture the nonlinear thermal–hydraulic behavior of plate heat exchangers under various operating and geometric conditions. Sundar and Mouli [8] experimentally investigated the heat transfer effectiveness and number of transfer units of Fe3O4–SiO2/water hybrid nanofluids flowing through a plate heat exchanger under laminar conditions, focusing on the effects of particle loading and mass flow rate. Their findings showed that increasing the volume concentration and Reynolds number enhanced both effectiveness and NTU, reaching improvements of 13.23 percent and 24.51 percent at 1.0 percent volume fraction and Re ≈ 572 compared to water. Using an ANN-based SCG method, they obtained high prediction accuracy (R^2 = 0.99040 for effectiveness and R^2 = 0.98771 for NTU), and proposed a new generalized correlation for evaluating these performance parameters. Dheenamma et al. [9] developed ANN models to predict the overall heat transfer coefficient, effectiveness, and friction factors in a

plate heat exchanger using experimental data obtained with non-Newtonian fluids. Their models employed Reynolds number, Prandtl number, and concentration as input parameters for CMC and XG solutions. The results showed that specific ANN configurations yielded low prediction errors, demonstrating that ANN is highly effective for modeling the thermal–hydraulic behavior of plate heat exchangers with complex fluids. Longo et al. [10] developed an ANN model to predict condensation heat-transfer coefficients in herringbone-type brazed plate heat exchangers by incorporating plate geometry, operating conditions, and refrigerant properties. Their ANN model showed strong agreement with a large experimental database (1884 points) and achieved a low MAPE of 3.6%. The results demonstrate that the proposed ANN provides superior predictive performance compared to existing analytical and computational models. Longo et al. [11] also introduces an ANN-based approach to estimate refrigerant boiling heat transfer coefficients in Brazed Plate Heat Exchangers by considering plate geometry, operating conditions, and fluid properties. The model was validated against 1760 data points covering 15 geometries and 16 refrigerants, showing a MAPE of 4.8%. Results indicate that the ANN framework provides higher predictive accuracy than most existing analytical and computational models reported in the literature. Khan et al. [12] studied an ANN model which replaces the genetic algorithm in the optimization loop, achieving similar thermal performance with significantly reduced computation time. Results show improved effectiveness and outlet temperature compared to the standalone first-principle model, demonstrating the framework's suitability for real-time industrial applications. He et al. [13] proposed a new continuous dimple-plate heat exchanger and investigates the effects of key structural parameters on its thermal-hydraulic performance. An optimization approach using neural networks and genetic algorithms identified optimal parameters that increased performance by over 217% compared to a conventional design. Turk et al. [14] performed experiments to test the thermal and hydraulic performance of a gasketed plate heat exchanger with two different plate types. The results were compared to a heat exchanger with plates of the same geometry. Two methods were used - developing correlations for Nusselt number and friction factor, and using artificial neural networks as an alternative to the correlations. Selbas et al. [15] investigated a neural-network-based alternative for predicting the heat transfer rate and effectiveness of plate heat exchangers. Experimental data were used to train and test the model, achieving high accuracy with correlation coefficients of 0.9994 for heat transfer rate

and 0.9976 for effectiveness. The resulting NN weights were then used to derive a simplified analytical formulation that can assist in thermal analysis and heat exchanger design.

Previous studies on plate heat exchangers have largely focused on predicting thermal–hydraulic performance using ANN frameworks, developing correlations based on hybrid nanofluids, non-Newtonian fluid behavior, refrigerant condensation and boiling, or combining neural networks with optimization tools. These works predominantly investigated the effects of geometry, fluid type, particle concentration, and thermophysical properties, while the influence of fundamental flow parameters such as velocity (Re) and inlet temperature has been less emphasized in ANN-based correlation development. In contrast, the present study utilizes an experimentally obtained dataset from a plate heat exchanger and conducts a detailed comparison of multiple ANN training algorithms to identify the highest-performing model. Moreover, based on the ANN predictions, a new empirical correlation is derived that explicitly captures the flow characteristics through two primary parameters—Re and inlet temperature—offering a simplified yet accurate analytical expression for estimating heat-transfer effectiveness.

2. Material and Method

2.1. Experimental Study

The plate heat exchanger used in this study is made of stainless steel, a material preferred for its corrosion resistance, mechanical durability, and suitable thermal conductivity. The unit contains 12 plates that provide the main heat-transfer surface, with the total area equal to 480 cm^2. The exchanger dimensions are 450 mm in length, 250 mm in width, and 100 mm in height. Stainless steel ensures stable operation under varying thermal conditions while maintaining reliable heat-transfer performance. Experimental setup was presented in Figure 1.

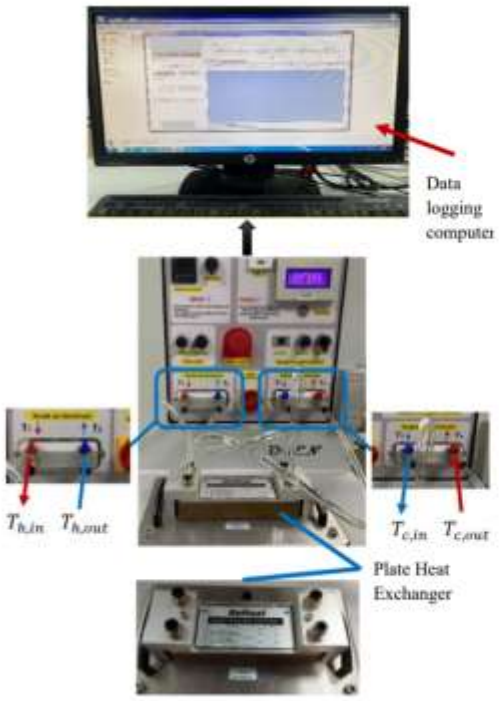




Plate material	AISI 304
Type	SD-005
Max working pressure	10 bar
Max working temp.	100°C
Surface area	480 cm^2
Dimensions	450x250x100 mm

Fig. 1. Experimental setup of plate heat exchanger system.

In this study, the Reynolds number was varied from 6000 to 30000, using pure water as both the hot and cold working fluids. The plates were arranged in a counter-flow configuration to enhance thermal interaction. Hot water entered the exchanger at flow rates corresponding to inlet temperatures of 25 ℃, 35 ℃, 45 ℃, and 55 ℃, while the cold-side inlet temperature was kept constant at 20 ℃ during all tests.

2.2. Neural Network Development

In this study, a total of 20 experimental data points obtained from a plate heat exchanger operating under turbulent flow conditions were used to develop and evaluate the ANN-based predictive models. The dataset consists of two primary input parameters, namely the hot-side Reynolds number (Re_{hot}) and the hot-side inlet temperature ($T_{h,in}$) while the cold-side inlet temperature and cold-side Reynolds number were kept constant at 20 °C and 6000, respectively. The output variable of interest is the heat-transfer effectiveness (ε), which was experimentally measured for hot-side inlet temperatures ranging from 25 °C to 55 °C and Reynolds numbers between 6000 and 18000.

Three different training algorithms—Bayesian Regularization (BR), Scaled Conjugate Gradient (SCG), and Levenberg–Marquardt (LM)—were employed to develop the ANN models used

for predicting the effectiveness of the plate heat exchanger. Considering that the experimental dataset consists of only 20 data points, selecting algorithms capable of stable convergence and strong generalization was essential. Bayesian Regularization was included due to its robustness against overfitting in small datasets. Scaled Conjugate Gradient was selected for its fast convergence characteristics and reliable performance in nonlinear problems. Levenberg–Marquardt, although widely used in engineering applications, was also tested to evaluate its suitability for the limited dataset used in this study.

The dataset was used both to train the ANN models and to develop an ANN-derived empirical correlation capturing the combined effect of flow velocity and inlet temperature on thermal performance.

In the artificial neural network models developed in this study, the tangent sigmoid activation function was used in the hidden layer to capture nonlinear relationships. This function;

$$f(x) = \frac{1}{1 + \exp(-x)}$$

In the output layer, a linear activation function was employed to enable continuous and unbounded prediction of the effectiveness values.

$$purelin(x) = x$$

To evaluate how accurately the ANN models represented the experimental data, the coefficient of determination (R^2), mean squared error (MSE), and root mean squared error (RMSE) were calculated.

Determination Coefficient (R^2):

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{N} (y_i^{exp} - y_i^{pred})^2}{\sum_{i=1}^{N} (y_i^{exp} - \bar{y}^{exp})^2}$$

Mean Squared Error (MSE):

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} (y_i^{exp} - y_i^{pred})^2$$

Root Mean Squared Error (RMSE):

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} (y_i^{exp} - y_i^{pred})^2}$$

Mean absolute percentage error (MAPE) was additionally used to quantify the average relative deviation between the predicted and experimental values, providing a percentage-based measure of prediction accuracy.

$$MAPE = \frac{100}{N}\sum_{i=1}^{N}\left|\frac{y_i^{exp} - y_i^{pred}}{y_i^{exp}}\right|$$

3. Results and Discussion

3.1. Development of the Empirical Correlation

The experimental dataset was first evaluated through a nonlinear regression procedure implemented in MATLAB (R2024b) to derive an empirical correlation for predicting heat-transfer effectiveness. This regression analysis produced a correlation with an R^2 value of 0.9155 and an RMSE of 0.02296, indicating a reasonably strong agreement between the predicted and experimental values.

$$\varepsilon = 0.014792(Re)^{0.2235}(T)^{0.4056}$$

Figure 2 compares the predicted effectiveness values from the nonlinear correlation with the experimental measurements. The data points align closely with the identity line, indicating good agreement between predictions and experiments.

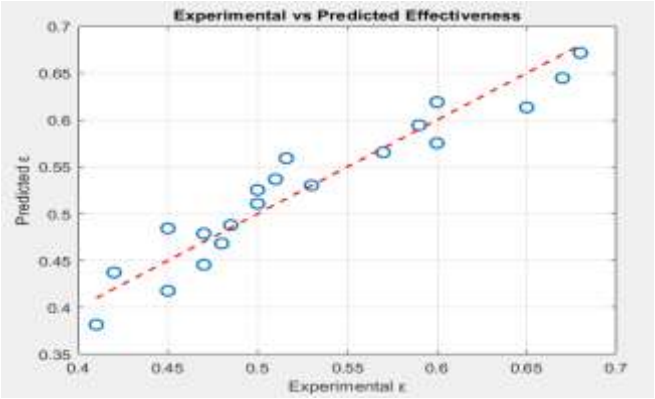


Fig. 2. Experimental versus predicted heat-transfer effectiveness.

Figure 3 presents the predicted effectiveness surface generated from the nonlinear correlation together with the experimental data points. The model surface captures the overall variation of effectiveness with respect to Re and inlet temperature, showing an increasing trend at higher values of both parameters.

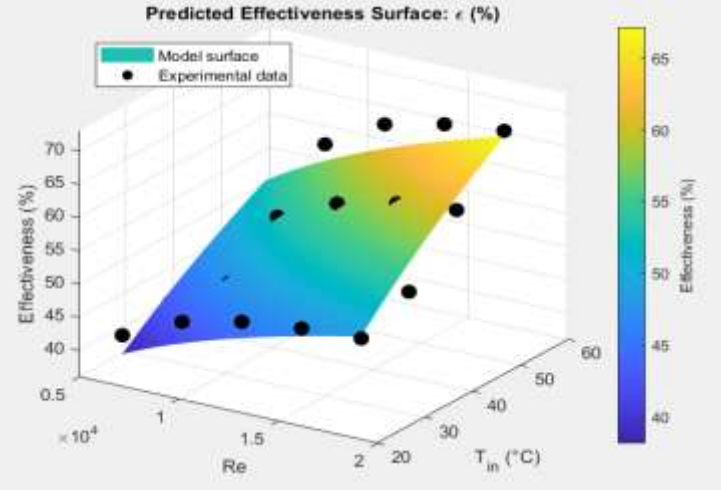


Fig. 3. Predicted effectiveness surface with experimental data points plotted over the model correlation as a function of Re_{hot} and $T_{h,in}$.

3.2. Performance Comparison of the ANN Algorithms

The performance of the three ANN training algorithms—Bayesian Regularization, Scaled Conjugate Gradient, and Levenberg–Marquardt—was evaluated to determine their suitability for modeling the effectiveness of the plate heat exchanger. Despite the limited dataset of 20 experimental points, the algorithms exhibited distinct behaviors in terms of accuracy, stability, and generalization capability. Bayesian Regularization provided the most consistent and accurate predictions, whereas Scaled Conjugate Gradient demonstrated strong performance with slightly higher variability. In contrast, the Levenberg–Marquardt algorithm showed poor generalization on this dataset, likely due to overfitting (Figure 4). These initial observations guided the selection of the most reliable training strategy for subsequent analysis.

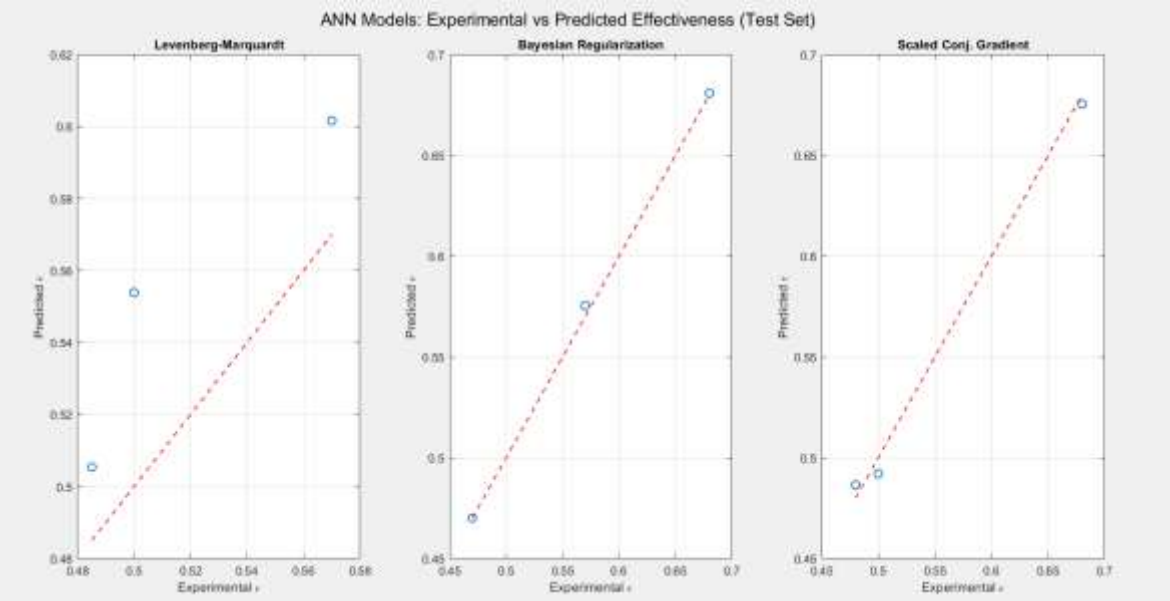


Fig. 4. Performance comparison of the algorithms.

The performance metrics obtained for the three ANN training algorithms reveal clear differences in their predictive capabilities. Bayesian Regularization produced the most accurate results, achieving an R^2 value of 0.99864, an RMSE of 0.003167, and a very low MAPE of 0.3638 percent. These results indicate excellent agreement between predicted and experimental effectiveness values, confirming that Bayesian Regularization is highly suitable for small datasets due to its inherent ability to prevent overfitting.

The Scaled Conjugate Gradient algorithm also performed well, with an R^2 of 0.99482 and an RMSE of 0.0064709. Although slightly less accurate than Bayesian Regularization, its MAPE value of 1.2017 percent demonstrates that it maintains strong generalization capability and provides reliable predictions across the dataset (Table 1).

Table 1. Predictive accuracy indicators

Algorithm	**R^2**	**RMSE**	**MAPE**
Levenberg-Marquardt	0.048325	0.037928	6.841
Bayesian Regularization	0.99864	0.003167	0.3638
Scaled Conjugate Gradient	0.99482	0.0064709	1.2017

In contrast, the Levenberg–Marquardt algorithm showed poor predictive performance, as evidenced by its negative R^2 value (0.048325), high RMSE (0.037928), and elevated MAPE (6.841 percent). Such results suggest that the algorithm failed to generalize the underlying trend

of the data, likely due to overfitting—an expected outcome given the limited number of data points. Overall, the comparison clearly indicates that Bayesian Regularization is the most effective training algorithm for this application, followed by Scaled Conjugate Gradient, while Levenberg–Marquardt is unsuitable for the present dataset.

The BR-trained ANN model exhibited superior generalization capability, producing the lowest error metrics and the most accurate mapping of the nonlinear relationship between Re, inlet temperature, and effectiveness. The fitted correlation yielded an R^2 value of 0.9296 and an RMSE of 0.017654 when compared with the ANN-predicted surface, demonstrating that the BR-based ANN model provided a reliable foundation for formulating an analytical expression that captures the combined effects of flow regime and thermal conditions on heat-transfer effectiveness.

$$\varepsilon = 0.014792(Re)^{0.2235}(T)^{0.4056}$$

Figure 5 illustrates a comparative visualization of the ANN-predicted effectiveness surface, the initially developed nonlinear correlation surface, and the experimental data points. The ANN surface provides a smooth and continuous representation of the predicted thermal performance as a function of Re and inlet temperature, while the mesh-type correlation surface reflects the first analytical model derived directly from experimental observations. The experimental points distributed across the domain confirm that the ANN surface captures the overall trend more accurately, particularly in regions where nonlinear variations become more pronounced.

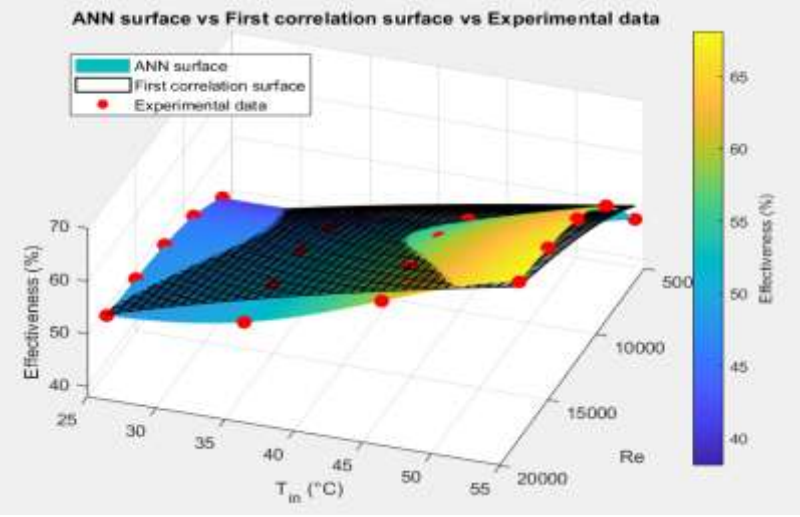


Fig. 5. Comparative visualization of the ANN-predicted effectiveness surface, the initially developed nonlinear correlation surface, and the experimental data points.

This comparison highlights the enhanced predictive capability of the ANN model relative to the original correlation, demonstrating its suitability for representing complex thermo-hydraulic behavior in plate heat exchangers.

Two different correlations were developed related with effectiveness, the first based directly on nonlinear regression of the experimental dataset, and the second derived by fitting a new analytical expression to the ANN-predicted surface (Table 2). The regression-based correlation yielded an R^2 value of 0.9155 and an RMSE of 0.022962, indicating reasonably strong agreement with the measured effectiveness values.

Table 2. Comparison of the correlation performances.

Effectiveness prediction	**R^2**	**RMSE**
Non-linear empirical correlation	0.9155	0.022692
ANN-based refined correlation	0.9296	0.017654

However, the ANN-based correlation showed improved predictive capability, achieving a higher R^2 of 0.9296 and a lower RMSE of 0.017654. This improvement demonstrates that the ANN surface captures the underlying nonlinear trends in the data more effectively than direct regression alone, allowing the fitted ANN-based correlation to provide a more accurate analytical representation of the system behavior.

4. Conclusions

This study aimed to evaluate the heat-transfer effectiveness of a plate heat exchanger using experimental data and to develop predictive models based on both nonlinear empirical regression and Artificial Neural Networks. As a result;

1. The nonlinear regression analysis applied to the experimental dataset produced an empirical correlation that captured the general trend between the operating parameters and heat-transfer effectiveness. Although this correlation provided a physically meaningful representation of the system behavior, its predictive accuracy remained limited when compared with more advanced modeling approaches.
2. The performance evaluation of the three ANN algorithms revealed clear differences in predictive capability, with Bayesian Regularization outperforming the other methods and Scaled Conjugate Gradient providing competitive but slightly lower accuracy. These outcomes highlight that algorithm selection plays a critical role in achieving robust ANN-based predictions for heat-transfer effectiveness

3. The ANN predictions were further used to generate a refined empirical expression for effectiveness based on the dominant flow variables, Re and inlet temperature. This ANN-derived correlation demonstrated improved representational capability compared to the initial regression model, providing a more accurate analytical form for practical heat-exchanger evaluation.
4. Future research could expand on this work by incorporating larger and more diverse experimental datasets, exploring additional ANN architectures, and integrating advanced optimization or hybrid AI techniques to further improve predictive accuracy. Moreover, extending the modeling framework to different plate geometries, flow regimes, or working fluids would enhance the generalizability of the correlations and support broader engineering applications.

References

[1] Jin Q, Li Q, Chen X, Zhou Y. Artificial neural network assisted performance optimization of intermittent spray cooling for plate-fin heat exchanger. International Journal of Thermal Sciences 2026;219. https://doi.org/10.1016/j.ijthermalsci.2025.110259.

[2] Ala M, Şahin M, Kılıç M. Experimental Investigation of the Effect of Different Parameters on Plate and Frame Heat Exchanger Effectiveness. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi 2024;39:951–9. https://doi.org/10.21605/cukurovaumfd.1606028.

[3] Ala M, Şahin M, Kılıç M, Dişken G. An Investigation on Design Criteria of Heat Exchangers by Using Tree Models of Machine Learning Methods. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi 2025;40:375–86. https://doi.org/10.21605/cukurovaumfd.1674303.

[4] Sun N, Zhang S, Jin P, Li N, Yang S, Li Z, et al. An intelligent plate fin-and-tube heat exchanger design system through integration of CFD, NSGA-II, ANN and TOPSIS. Expert Syst Appl 2023;233. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.120926.

[5] Aradag S, Genc Y, Turk C. Comparative gasketed plate heat exchanger performance prediction with computations, experiments, correlations and artificial neural network estimations. Engineering Applications of Computational Fluid Mechanics 2017;11:467–82. https://doi.org/10.1080/19942060.2017.1314870.

[6] Kilic M, Sahin M, Abdulvahitoglu A. A new approach for enhancing the effectiveness of a regenerative heat exchanger by using organic and inorganic phase change material. J Therm Anal Calorim 2024;149:13081–93. https://doi.org/10.1007/s10973-024-13599-2.

[7] Sahin M, Kilic M, Karadag MA. Investigation of heat transfer enhancement using hemispherical turbulators in a double-pipe regenerative heat exchanger with phase change material. J Therm Anal Calorim 2025;150:10249–65. https://doi.org/10.1007/s10973-025-14387-2.

[8] Sundar LS, Chandra Mouli KVV. Effectiveness and number of transfer units of plate heat exchanger with Fe3O4–SiO2/Water hybrid nanofluids: Experimental and artificial neural network predictions. Case Studies in Thermal Engineering 2024;53. https://doi.org/10.1016/j.csite.2023.103949.

[9] Dheenamma M, Soman DP, Muthamizhi K, Kalaichelvi P. In pursuit of the best artificial neural network configuration for the prediction of output parameters of corrugated plate heat exchanger. Fuel 2019;239:461–70. https://doi.org/10.1016/j.fuel.2018.11.034.

[10] Longo GA, Righetti G, Zilio C, Ortombina L, Zigliotto M, Brown JS. Application of an Artificial Neural Network (ANN) for predicting low-GWP refrigerant condensation heat transfer inside herringbone-type Brazed Plate Heat Exchangers (BPHE). Int J Heat Mass Transf 2020;156. https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2020.119824.

[11] Longo GA, Mancin S, Righetti G, Zilio C, Ortombina L, Zigliotto M. Application of an Artificial Neural Network (ANN) for predicting low-GWP refrigerant boiling heat transfer inside Brazed Plate Heat Exchangers (BPHE). Int J Heat Mass Transf 2020;160. https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2020.120204.

[12] Khan JS, Ahmad I, Jadoon UK, Samad A, Saghir H, Kano M, et al. Artificial intelligence based prediction of optimum operating conditions of a plate and fin heat exchanger under uncertainty: A gray-box approach. Int J Heat Mass Transf 2023;217. https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2023.124653.

[13] He L, Luo Q, Zhao S, Li Y, Liu W, Liu Z. Structural optimization of dimple-plate heat exchanger via artificial neural network and multi-objective genetic algorithm. Appl Therm Eng 2025;263. https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2024.125297.

[14] Turk C, Aradag S, Kakac S. Experimental analysis of a mixed-plate gasketed plate heat exchanger and artificial neural net estimations of the performance as an alternative to classical correlations. International Journal of Thermal Sciences 2016;109:263–9. https://doi.org/10.1016/j.ijthermalsci.2016.06.016.

[15] Selbaş R, Şencan A, KIlIç B. Alternative approach in thermal analysis of plate heat exchanger. Heat and Mass Transfer/Waerme- Und Stoffuebertragung 2009;45:323–9. https://doi.org/10.1007/s00231-008-0427-z.

CFC, HCFC, HFC VE HFO SOĞUTUCU AKIŞKANLARIN BUHAR SIKIŞTIRMALI SOĞUTMA ÇEVRİMİNDE TERMODİNAMİK VE ÇEVRESEL PERFORMANS KARŞILAŞTIRMASI

Mehmet Enes ERSÖZ
Kütahya Dumlupınar University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, 43100, Kütahya
ORCID: 0000-0002-2057-9318
Kaan Can AKBABA
Kütahya Dumlupınar University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, 43100, Kütahya
ORCID: 0009-0001-1698-605X
Halit ARAT
Kütahya Dumlupınar University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, 43100, Kütahya
ORCID: 0000-0002-6634-2535
Ramazan KÖSE
Kütahya Dumlupınar University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, 43100, Kütahya
ORCID: 0000-0001-6041-6591

ÖZET

Bu çalışmada, farklı nesillere ait soğutucu akışkanların buhar sıkıştırmalı soğutma çevrimindeki termodinamik performansları ve çevresel etkileri bütüncül bir yaklaşımla incelenmiştir. İncelenen akışkanlar; birinci nesil ChloroFluoroCarbon (CFC) sınıfından R12 ve R502, ikinci nesil HydroChloroFluoroCarbon (HCFC) sınıfından R22 ve R123, üçüncü nesil HydroFluoroCarbon (HFC) sınıfından R134a ve R410A ile dördüncü nesil düşük küresel ısınma potansiyeline sahip HydroFluoroOlefin (HFO) sınıfından R1234yf ve R1234ze(E) olarak belirlenmiştir. Çalışmanın temel amacı, soğutucu akışkanların yalnızca termodinamik performansları açısından değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik bağlamında da karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesidir. Termodinamik analizler, CoolPack yazılımı ve CoolProp termodinamik kütüphanesi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. CoolPack; CFC (R12, R502), HCFC (R22, R123) ve HFC (R134a, R410A) sınıfındaki soğutucu akışkanların analizinde kullanılırken, CoolProp HCFC (R22, R123), HFC (R134a, R410A) ve HFO (R1234yf, R1234ze(E)) sınıfındaki akışkanların termodinamik özelliklerinin hesaplanmasında tercih edilmiştir. HFC sınıfındaki R134a ve R410A ile HCFC sınıfındaki R22 ve R123, her iki yazılımda da analiz edilerek yazılımlar arası tutarlılık değerlendirilmiştir. Tüm analizlerde, aynı evaporatör ve kondenser sıcaklıkları ile sabit izentropik kompresör verimi varsayılarak karşılaştırılabilir bir buhar sıkıştırmalı soğutma çevrimi modeli oluşturulmuştur. Çalışma kapsamında soğutma kapasitesi, kompresör özgül işi ve performans katsayısı (COP) gibi temel

termodinamik parametreler değerlendirilmiş; ayrıca akışkanların ozon inceltme potansiyeli (ODP) ve küresel ısınma potansiyeli (GWP) dikkate alınarak çevresel etkileri analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, CFC ve HCFC akışkanların termodinamik açıdan rekabetçi performans sergilemelerine rağmen çevresel açıdan sürdürülemez olduğunu, HFC akışkanların ise yüksek performanslarına karşın yüksek GWP değerleri nedeniyle uzun vadede sınırlamalarla karşı karşıya bulunduğunu göstermektedir. Buna karşılık, HFO sınıfı akışkanların çevresel açıdan belirgin avantajlar sağlarken kabul edilebilir termodinamik performans sunduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Soğutucu akışkanlar, Buhar sıkıştırmalı soğutma çevrimi, GWP, ODP

THERMODYNAMIC AND ENVIRONMENTAL PERFORMANCE COMPARISON OF CFC, HCFC, HFC AND HFO REFRIGERANTS IN A VAPOR COMPRESSION REFRIGERATION CYCLE

ABSTRACT

In this study, the thermodynamic performance and environmental impacts of refrigerants from different generations in the vapor compression refrigeration cycle were investigated using a holistic approach. The refrigerants studied were identified as R12 and R502 from the first generation ChloroFluoroCarbon (CFC) class, R22 and R123 from the second generation HydroChloroFluoroCarbon (HCFC) class, R134a and R410A from the third generation HydroFluoroCarbon (HFC) class, and R1234yf and R1234ze(E) from the fourth generation HydroFluoroOlefin (HFO) class with low global warming potential. The main objective of the study was to comparatively evaluate the refrigerants not only in terms of their thermodynamic performance but also in the context of environmental sustainability. Thermodynamic analyses were performed using CoolPack software and the CoolProp thermodynamic library. CoolPack was used for the analysis of refrigerants in the CFC (R12, R502), HCFC (R22, R123), and HFC (R134a, R410A) classes, while CoolProp was preferred for calculating the thermodynamic properties of refrigerants in the HCFC (R22, R123), HFC (R134a, R410A), and HFO (R1234yf, R1234ze(E)) classes. R134a and R410A (HSC) and R22 and R123 (HCFC) classes were analyzed in both software programs to evaluate inter-software consistency. In all analyses, a comparable vapor compression refrigeration cycle model was created by assuming the same evaporator and condenser temperatures and a constant isentropic compressor efficiency. This study evaluated fundamental thermodynamic parameters such as cooling capacity, compressor specific work, and coefficient of performance (COP); furthermore, the environmental impacts

of the refrigerants were analyzed considering their ozone depletion potential (ODP) and global warming potential (GWP). The results show that while CFC and HCFC refrigerants exhibit thermodynamically competitive performance, they are environmentally unsustainable, and HFC refrigerants, despite their high performance, face long-term limitations due to their high GWP values. In contrast, HFO class refrigerants were found to offer significant environmental advantages while providing acceptable thermodynamic performance.

Keywords: Refrigerants, Vapor compression refrigeration cycle, GWP, ODP

1. GİRİŞ

Soğutma ve iklimlendirme sistemleri, endüstriyel uygulamalardan konutlara kadar geniş bir kullanım alanına sahip olup, küresel enerji tüketiminin ve sera gazı emisyonlarının önemli bir bölümünden sorumludur. Bu sistemlerin performansı ve çevresel etkileri büyük ölçüde kullanılan soğutucu akışkanın termodinamik özelliklerine bağlıdır; bu nedenle soğutucu akışkan seçimi hem enerji verimliliği hem de çevresel sürdürülebilirlik açısından kritik bir tasarım parametresi olarak öne çıkmaktadır (Calm, 2008).

Geçmişten günümüze soğutucu akışkanlar, çevresel etkilerinin azaltılması amacıyla farklı nesiller hâlinde geliştirilmiştir. Birinci nesil klorlu florlu karbonlar (CFC), yüksek kimyasal kararlılıkları ve elverişli termodinamik özellikleri nedeniyle uzun yıllar yaygın olarak kullanılmış; ancak ozon tabakasına verdikleri ciddi zarar nedeniyle çevresel açıdan sürdürülemez oldukları ortaya konmuştur. Montreal Protokolü (UNEP, 1987) ile CFC'lerin kademeli olarak yasaklanması süreci başlatılmış, bunun yerine geliştirilen ikinci nesil hidrojenli klorlu florlu karbonlar (HCFC) daha düşük ODP'ye sahip olmalarına rağmen geçici bir çözüm olarak değerlendirilmiştir. Üçüncü nesil hidrojenli florlu karbonlar (HFC), sıfır ODP değerleri sayesinde ozon tabakasına zarar vermemekle birlikte, yüksek küresel ısınma potansiyelleri (GWP) nedeniyle iklim değişikliği açısından önemli bir problem oluşturmaktadır ve Kigali Değişikliği (UNEP, 2016) ile HFC'lerin kademeli olarak sınırlandırılması gündeme gelmiştir. Günümüzde ise dördüncü nesil hidrojenli florlu olefinler (HFO), düşük GWP ve sıfır ODP özellikleri sayesinde çevresel açıdan umut vadeden alternatifler olarak öne çıkmaktadır; ancak HFO akışkanların, geleneksel akışkanlarla karşılaştırıldığında termodinamik performanslarının detaylı olarak değerlendirilmesi gerekmektedir (Gupta et al., 2018; Mansouri et al., 2023).

Literatürde, farklı soğutucu akışkanların buhar sıkıştırmalı soğutma çevrimlerindeki performanslarını inceleyen çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Çift evaporatörlü ejektör sistemlerinde R1234ze(E), ND, R515a, R456a ve R516a akışkanlarının R134a'ya alternatif

olarak değerlendirilmesi, sürükleme oranı ve yoğuşma sıcaklığının COP ve toplam soğutma kapasitesi üzerindeki etkilerini göstermiştir; R516a en uygun alternatif olarak öne çıkmıştır (İşkan & Direk, 2022). R1234yf ve R1234ze'nin ekserji analizi ile iki evaporatörlü sistemlerde çevresel ve ekonomik performansın optimize edilebileceği gösterilmiştir (Yataganbaba et al., 2015). R-134a, R-600a ve R-125 akışkanlarının ekserji verimi ve COP değerleri karşılaştırılmış, R-600a düşük GWP ve yüksek performansıyla öne çıkmıştır (Chaturvedi et al., 2025)

Düşük GWP değerli HFO bazlı R1234yf ve R1234ze(E) akışkanlarının deneysel karşılaştırmaları, LSHX kullanımının COP'u artırdığı ve basınç düşüşünü azalttığını göstermiştir; böylece R1234ze(E), R134a'ya yakın performansı ve düşük GWP'si ile uygun bir alternatif olarak belirlenmiştir (Devecioğlu & Oruç, 2018). HFC ve HC bazlı karışımların teorik performans analizleri, HC290/HC600a ve HC290/HC1270 karışımlarının çevresel açıdan sürdürülebilir ve teknik olarak uygulanabilir olduğunu ortaya koymuştur (Dalkilic & Wongwises, 2010). Otomotiv klima sistemlerinde R1234yf'nin IHX kullanımı ile performansın iyileştiği ve çevre dostu bir alternatif sunduğu görülmüştür (Cho & Park, 2016). R1234yf'nin yağsız VCR sistemlerindeki deneysel performansı, mevcut R134a sistemlerine doğrudan entegrasyon için tasarım değişikliklerinin gerektiğini göstermiştir (Li et al., 2019

R1234yf için yapılan derlemeler, IHX/LSHX kullanımı, ejektör entegrasyonu, şarj optimizasyonu, nanolubrikant uygulamaları ve azeotropik karışımların COP ve soğutma kapasitesini %4–23 artırabileceğini göstermektedir (Sharif et al., 2023). GWP >150 akışkanların yasaklanması sonrası yapılan sayısal çalışmalarda, HFC/HFO karışımları R134a için en uygun drop-in alternatifler olarak öne çıkmıştır (Gaurav & Kumar, 2018). Çok kademeli ve çok evaporatörlü sistemlerde HFO tipi akışkanlar, R134a'ya yakın performans ve düşük çevresel etki ile öne çıkmaktadır (Malwe et al., 2021).

Düşük GWP'ye sahip saf akışkanlar ve karışımlar, HVAC&R uygulamalarında R-410A alternatifleri olarak değerlendirilmiş ve DR-55 (R-452B) ile DR-5A (R-454B) karışımları performans ve çevresel etki açısından umut verici bulunmuştur (Guilherme et al., 2021). Ev tipi buzdolaplarında, R1234yf ve R1234ze(E) bazlı üçlü karışımlar, güvenli ve verimli drop-in seçenekler olarak öne çıkmaktadır (Kumma et al., 2023). Düşük GWP'li R290, R1270, R1234yf ve R454C akışkanlar su soğutmalı sistemlerde enerji tasarrufu ve çevresel uyumluluk sunmaktadır (Ashour et al., 2025).

R134a ve R1234yf karşılaştırmalı çalışmaları, COP ve geçici sistem tepkilerinin simülasyon ile

değerlendirilebileceğini göstermiştir (Turgut & Çoban, 2018). Hava soğutmalı chillerler için yapılan TEWI analizleri, R1234ze'nin en yüksek COP ve en düşük çevresel etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur (Mansouri et al., 2023). Güneş enerjili SP-VCR sistemlerinde R1234ze(E), R134a'ya kıyasla ekserji iyileştirmesi sağlamış ve sürdürülebilir bir alternatif olarak öne çıkmıştır (Triki et al., 2024).

Sayısal performans analizleri, R1234ze(Z)'nin R134a'ya yakın COP ve soğutma kapasitesi sunduğunu, kompresör gücünün ise %9 daha düşük olduğunu göstermiştir (Farooq et al., 2020). Dördüncü nesil HFO'lar, COP'un HFC'lere göre biraz düşük olmasına rağmen çevresel avantajları ile gelecekte önemli bir rol oynamaktadır (Gupta et al., 2018). Düşük GWP alternatiflerin belirlenmesi için yapılan simülasyonlar, ideal analizlerdeki COP–Qvol ödünleşiminin optimize edilmiş sistemlerde azaldığını ve HFC/HFO karışımlarının yanıcılık–GWP dengesinde uzlaşma sağladığını göstermektedir (McLinden et al., 2017).

Soğutucu akışkanların termofiziksel özelliklerini hesaplamak ve tahmin etmek için geliştirilen ampirik ve teorik modeller, CoolProp kütüphanesinde entegre edilmiştir; bu kütüphane hem saf hem de yalancı-saf akışkanları kapsamaktadır ve mühendislik ile bilimsel uygulamalarda giderek yaygınlaşmaktadır (Bell et al., 2014). Son olarak, %90 R1234yf – %10 R13I1 karışımının temel ve iç ısı değiştiricili çevrimlerde R134a'ya çevre dostu ve uygulanabilir bir alternatif sunduğu görülmüştür (Yang et al., 2024).

Bu çalışmanın özgünlüğü, farklı nesillere ait soğutucu akışkanların termodinamik performanslarının ve çevresel etkilerinin CoolPack ve CoolProp kullanılarak karşılaştırmalı analiz edilmesidir. Her iki yazılımın ortak akışkanlar üzerindeki tutarlılığı değerlendirilmiş, böylece sürdürülebilir soğutma sistemleri için uygun akışkan seçimine yönelik bir perspektif sunulmuştur.

2. METODOLOJİ

Bu çalışmada, farklı nesillere ait soğutucu akışkanların termodinamik performanslarının karşılaştırılabilmesi amacıyla tek kademeli bir buhar sıkıştırmalı soğutma çevrimi esas alınmıştır. İncelenen tüm soğutucu akışkanlar için aynı çevrim konfigürasyonu ve aynı çalışma koşulları kullanılarak analizler gerçekleştirilmiş, böylece elde edilen sonuçların doğrudan ve tutarlı bir biçimde karşılaştırılabilir olması sağlanmıştır.

Soğutucu akışkanların tarihsel gelişimi ve çevresel etkileri dikkate alındığında, klor içeren ve içermeyen akışkanlar arasında ozon tabakasına ve küresel iklim değişikliğine olan etkiler bakımından önemli farklılıklar bulunduğu görülmektedir. Bu kapsamda, CFC, HCFC, HFC ve

HFO gruplarına ait soğutucu akışkanların ozon inceltme potansiyeli (ODP), küresel ısınma potansiyeli (GWP) ve mevzuat açısından güncel durumları Tablo 1'de özetlenmiştir. Tablo 1'den görüleceği üzere, CFC grubu akışkanlar yüksek ODP ve GWP değerleri nedeniyle tamamen yasaklanmış olup, HCFC ve HFC grupları kademeli olarak kullanımdan kaldırılmakta veya sınırlandırılmaktadır. Buna karşılık, HFO grubu akışkanlar düşük çevresel etkileri nedeniyle gelecek nesil soğutucu akışkanlar olarak öne çıkmaktadır.

Tablo 1. Soğutucu akışkan gruplarının ODP, GWP ve mevzuat açısından karşılaştırılması

Grup	**Klor**	**ODP**	**GWP**	**Güncel durum**
CFC	✔	Çok yüksek	Yüksek	✘ Yasak
HCFC	✔	Düşük	Yüksek	⚠ Kademeli yasak
HFC	✘	0	Yüksek	⚠ Azaltılıyor
HFO	✘	0	Çok düşük	☑ Gelecek

İncelenen soğutucu akışkanların kimyasal yapıları, sınıflandırmaları ve çevresel etki parametreleri ise Tablo 2'de ayrıntılı olarak sunulmuştur. Tablo 2 incelendiğinde, CFC ve HCFC sınıfındaki akışkanların ODP değerlerinin sıfırdan büyük olduğu, buna karşın HFC ve HFO sınıfındaki akışkanların ozon tabakasına doğrudan zarar vermediği görülmektedir. Bununla birlikte, HFC grubundaki akışkanların GWP_{100} değerlerinin oldukça yüksek olduğu, HFO grubundaki R1234yf ve R1234ze(E) akışkanlarının ise çok düşük GWP_{100} değerlerine sahip olduğu dikkat çekmektedir

Tablo 2. İncelenen soğutucu akışkanların kimyasal yapıları ve çevresel etki parametreleri

Soğutucu Akışkan	**Sınıf**	**Kimyasal Formül**	**ODP**	**GWP_{100}**
R12	CFC	CCl_2F_2	1	10 200
R502 (Karışım)	CFC	$CHClF_2$/ C_2ClF_5	0.33	4 657
R22	HCFC	$CHClF_2$	0.055	1 810
R123	HCFC	$CHCl_2CF_3$	0.012	77
R134a	HFC	CH_2FCF_3	0	1 430
R410A (Karışım)	HFC	CH_2F_2/ CHF_2CF_3	0	2 088
R1234yf	HFO	$CF_3CH=CHF$	0	4
R1234ze(E)	HFO	$CF_3CH=CHCF_3$	0	7

GWP değerleri 100 yıllık zaman ufku (GWP_{100}) için verilmiştir.

Bu çalışmada kullanılan ODP ve GWP_{100} değerleri, 100 yıllık zaman ufku esas alınarak belirlenmiş olup, Montreal Protokolü ve IPCC değerlendirme raporlarında sunulan literatür verilerinden alınmıştır (IPCC, 2013).

Termodinamik analizlerde, CoolPack yazılımı ve CoolProp termodinamik kütüphanesi kullanılmıştır. CoolPack; CFC, HCFC ve HFC sınıfındaki akışkanların analizinde, CoolProp ise HCFC, HFC ve HFO sınıfındaki akışkanların detaylı termodinamik özelliklerinin hesaplanmasında kullanılmıştır. Her iki yazılımda ortak olarak bulunan akışkanlar için elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak yazılımlar arası tutarlılık değerlendirilmiştir.

Analizlerde aşağıdaki kabuller yapılmıştır:

- Çevrim kararlı rejimde çalışmaktadır.
- Isı değiştiricilerde basınç kayıpları ihmal edilmiştir.
- Kompresör izentropik verimi sabit (0.75) kabul edilmiştir.
- Genleşme elemanı izoentalpiktir.
- Evaporatör çıkışında akışkan doymuş buhar hâlindedir (süperheat ihmal edilmiştir, SH = 0 K).
- Kondenser çıkışında akışkan doymuş sıvı hâlindedir (subcooling ihmal edilmiştir, SC = 0 K).
- Tüm akışkanlar için evaporatör ve kondenser sıcaklıkları sırasıyla −10 °C ve 40 °C olarak sabit kabul edilmiştir.

Çevresel etki değerlendirmesinde kullanılan ozon inceltme potansiyeli (ODP) ve küresel ısınma potansiyeli (GWP) değerleri, termodinamik analiz kapsamında hesaplanmamış; ilgili literatür, Montreal Protokolü ve IPCC raporlarında verilen kabul edilmiş değerler esas alınmıştır.

Bu metodolojik yaklaşım sayesinde, farklı nesillere ait soğutucu akışkanların hem termodinamik performansları hem de çevresel etkileri tutarlı ve bütüncül bir çerçevede değerlendirilmiştir.

2.1 TERMODİNAMİK MODEL VE HESAPLAMALAR

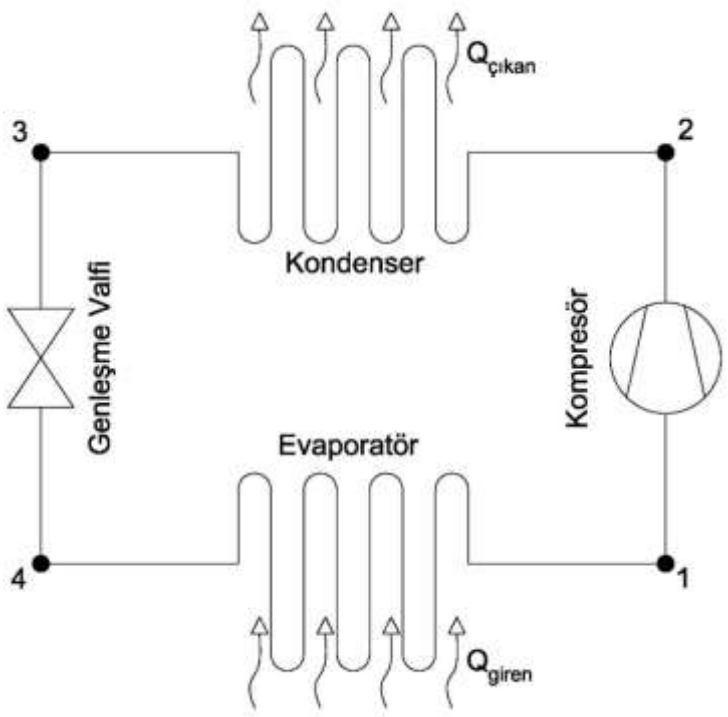
Buhar sıkıştırmalı soğutma çevrimi dört temel hal noktası üzerinden modellenmiştir:

1. Evaporatör çıkışı / kompresör girişi
2. Kompresör çıkışı
3. Kondenser çıkışı

4. Genleşme vanası çıkışı / evaporatör girişi

Bu çalışmada esas alınan tek kademeli buhar sıkıştırmalı soğutma çevrimi, temel sistem bileşenleri ve hal noktalarıyla birlikte Şekil 1'de şematik olarak sunulmuştur. Çevrim; kompresör, kondenser, genleşme vanası ve evaporatörden oluşmakta olup, ısı alma ve ısı atma süreçleri şekil üzerinde gösterilmiştir.

Şekil 1. Tek kademeli buhar sıkıştırmalı soğutma çevriminin şematik gösterimi



Soğutma kapasitesi:

$$q_L = h_1 - h_4$$

Kompresör özgül işi:

$$w_c = h_2 - h_1$$

Performans katsayısı (COP):

$$COP = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1}$$

İzentropik kompresör verimi:

$$\eta_{is} = \frac{h_{2s} - h_1}{h_2 - h_1}$$

Tüm entalpi ve özgül özellik değerleri CoolPack ve CoolProp yazılımlarından elde edilmiştir.

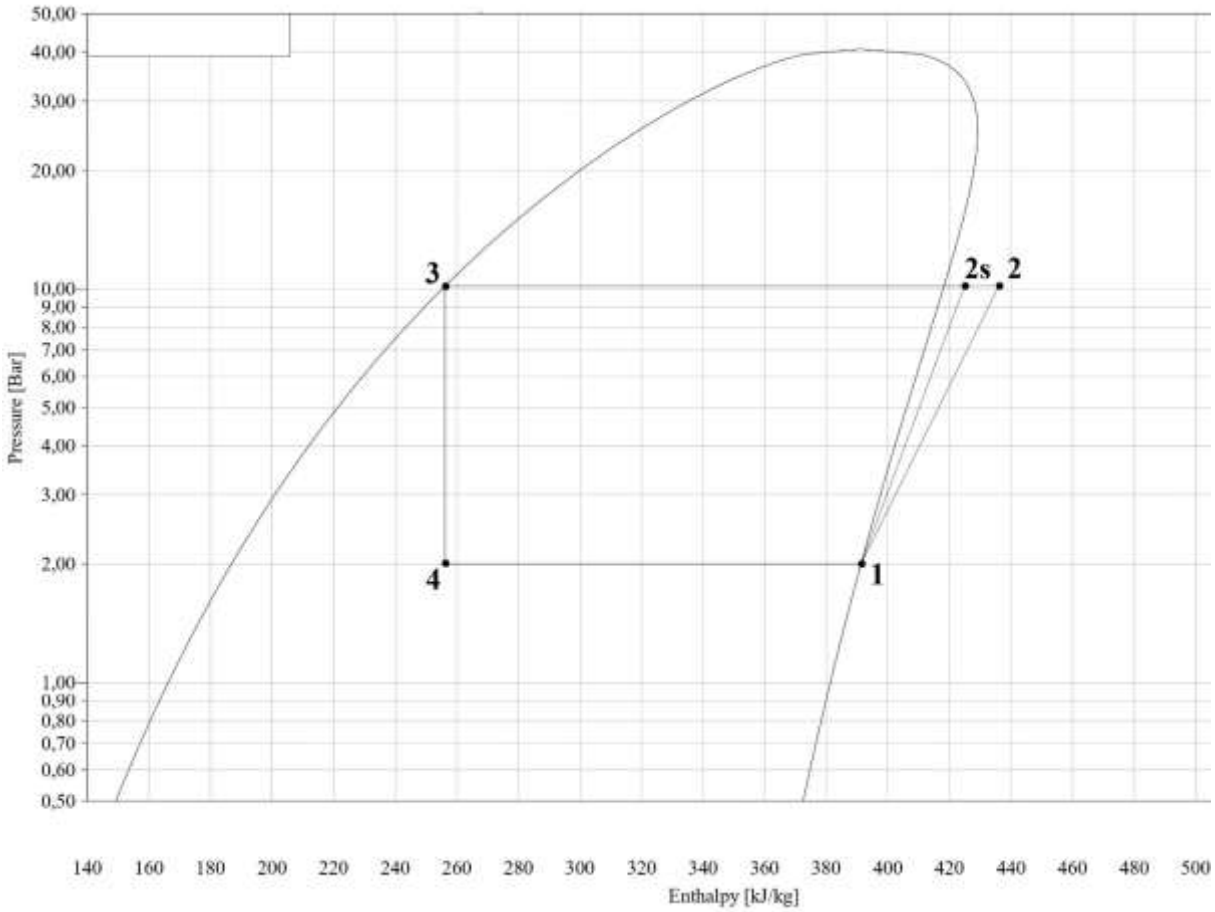
Örnek COP Hesabı (R134a için)

Çalışma koşulları (kabuller):

- Evaporatör sıcaklığı: −10 °C
- Kondenser sıcaklığı: 40 °C
- Süperheat: 0 K
- Subcooling: 0 K
- Kompresör izentropik verimi: $\eta_{is} = 0.75$

R134a soğutucu akışkanı için tek kademeli buhar sıkıştırmalı soğutma çevrimine ait hal noktaları ve süreçler, p–h diyagramı üzerinde gösterilerek Şekil 2'de sunulmuştur. Diyagramda izentropik ve gerçek sıkıştırma süreçleri ile yoğuşma, genleşme ve buharlaşma aşamaları açıkça görülmektedir.

Şekil 2. R134a için p–h diyagramı üzerinde tek kademeli buhar sıkıştırmalı soğutma çevrimi



Tablo 3. R134a buhar sıkıştırmalı soğutma çevrimindeki hal noktaları ve termodinamik özellikleri.

Hal noktası	**Tanım**	**T(°C)**	**p (kPa)**	**h (kJ/kg)**
1	Evaporatör çıkışı / Kompresör girişi (doymuş buhar)	−10	200.6	$h_1 = 392.66$
2s	İzentropik kompresör çıkışı	46.29	1016.59	$h_{2s} = 426.48$
2	Gerçek kompresör çıkışı	56.72	1016.59	$h_2 = 437.75$
3	Kondenser çıkışı (doymuş sıvı)	40	1016.59	$h_3 = 256.41$
4	Genleşme vanası çıkışı	−10	200.6	$h_4 = h_3 = 256.41$

Hesaplamalar

Kompresör özgül işi:

$$w_c = h_2 - h_1 = 437.75 - 392.66 = 45.09 \text{ kJ/kg}$$

Soğutma kapasitesi:

$$q_L = h_1 - h_4 = 392.66 - 256.41 = 136.25 \text{ kJ/kg}$$

Performans katsayısı (COP):

$$COP = \frac{q_L}{w_c} = \frac{136.25}{45.09} = \mathbf{3.02}$$

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, farklı nesillere ait soğutucu akışkanların buhar sıkıştırmalı soğutma çevrimindeki termodinamik performansları ile çevresel etkileri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. İncelenen akışkanlara ait ozon inceltme potansiyeli (ODP) ve küresel ısınma potansiyeli (GWP) değerleri Tablo 2'de sunulmuştur. Tablo 2 incelendiğinde, CFC sınıfında yer alan R12 ve R502'nin hem yüksek ODP hem de yüksek GWP değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Bu özellikler, söz konusu akışkanların Montreal Protokolü kapsamında yasaklanmasının temel gerekçesini oluşturmaktadır.

HCFC sınıfındaki R22 ve R123'ün ODP değerleri CFC'lere kıyasla daha düşük olmakla birlikte sıfır değildir. Bu nedenle bu akışkanlar, çevresel etkileri azaltmaya yönelik geçiş teknolojileri olarak değerlendirilmiştir. HFC sınıfındaki R134a ve R410A'nın ODP değerlerinin sıfır olması önemli bir avantaj sağlasa da, sahip oldukları yüksek GWP değerleri uzun vadeli iklim değişikliği etkileri açısından ciddi bir dezavantaj oluşturmaktadır. Buna karşılık, HFO sınıfında yer alan R1234yf ve R1234ze(E) akışkanları, hem sıfır ODP hem de oldukça düşük GW değerleri ile çevresel açıdan en avantajlı seçenekler olarak öne çıkmaktadır.

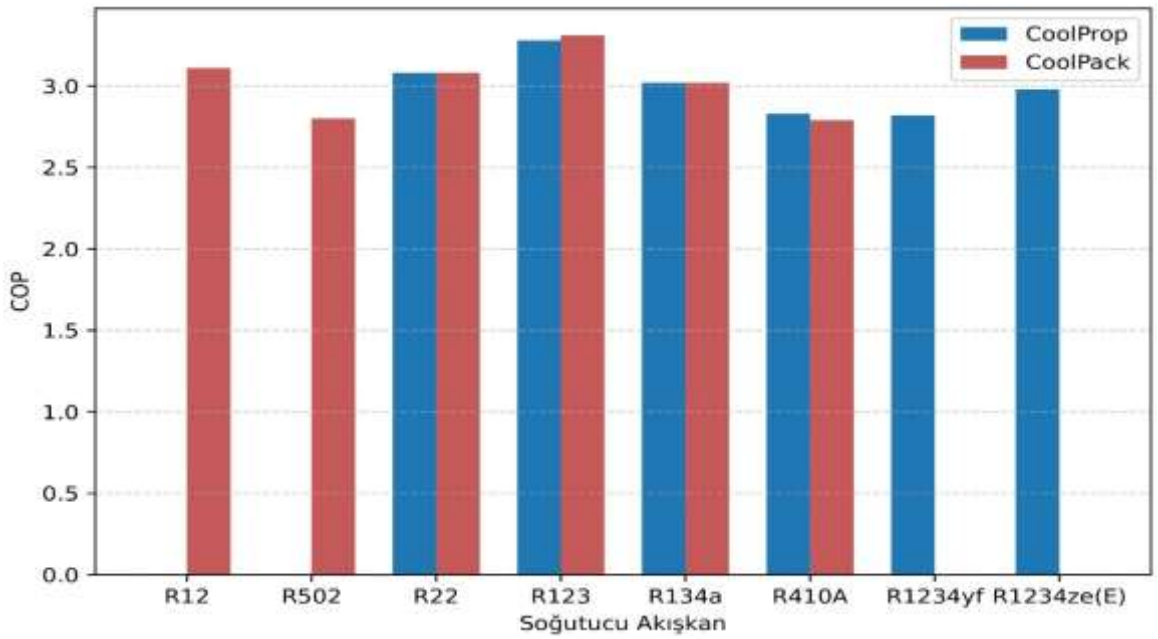
Bu çalışmada kullanılan termodinamik özellik hesaplamalarının doğruluğunu değerlendirmek amacıyla, R134a için CoolProp ve CoolPack yazılımları kullanılarak elde edilen çevrim hal noktaları karşılaştırılmıştır. İlgili sıcaklık, basınç ve özgül entalpi değerleri Tablo 4'te sunulmaktadır. Tablo 4'ten görüleceği üzere, iki yazılım arasındaki entalpi farklarının yüzde olarak oldukça düşük seviyelerde kaldığı ve sonuçların birbiriyle yüksek uyum gösterdiği belirlenmiştir. Bu durum, yapılan hesaplamaların güvenilirliğini ve kullanılan yöntemlerin tutarlılığını ortaya koymaktadır.

Tablo 4. CoolProp ve CoolPack kullanılarak hesaplanan R134a soğutma çevrimi hal noktalarının karşılaştırılması

	CoolProp			**CoolPack**			
Açıklama	**T (°C)**	**P (kPa)**	**h (kJ/kg)**	**T (°C)**	**P (kPa)**	**H (kJ/kg)**	**Δh (%)**
Evaporatör çıkışı	-10	200,6	392,66	-10	200,7	391,32	**0,34**
İzentropik kompresör çıkışı	46,29	1.016,6	426,48	45,72	1.016,4	424,89	**0,37**
Gerçek kompresör çıkışı	56,72	1.016,6	437,75	55,57	1.016,4	436,09	**0,38**
Kondenser çıkışı	40	1.016,6	256,41	40	1.016,4	256,16	**0,1**
Genleşme vanası çıkışı	-10	200,6	256,41	-10	200,7	256,16	**0,1**

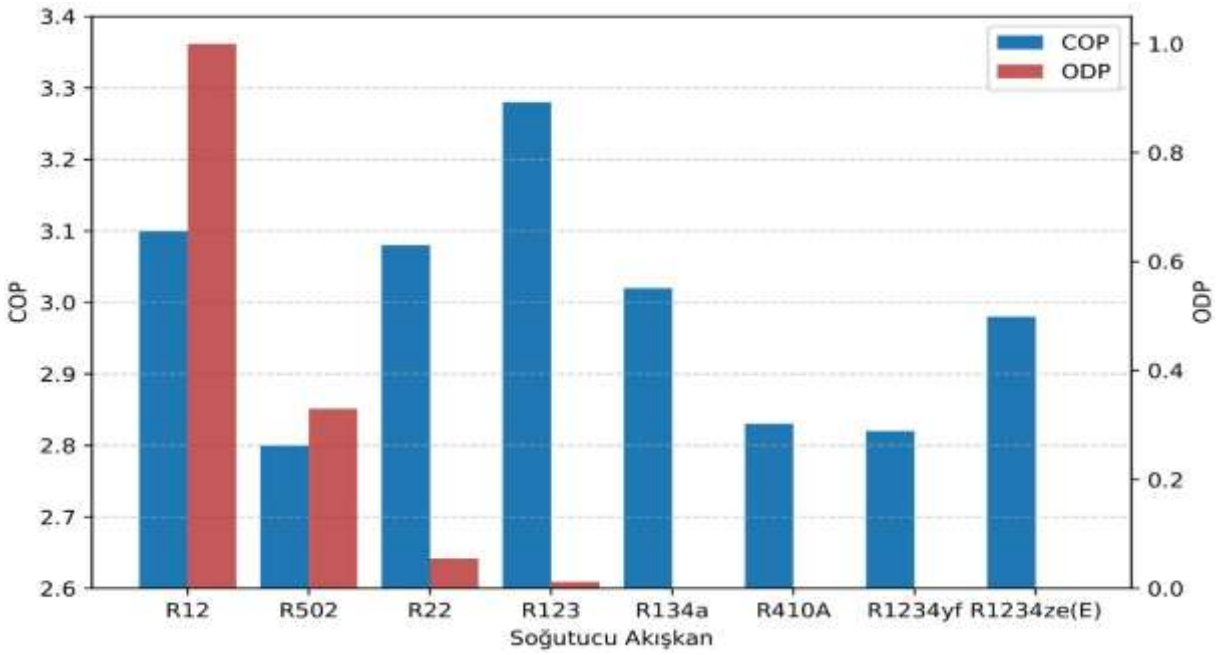
İncelenen tüm soğutucu akışkanlar için hesaplanan performans katsayısı (COP) değerleri CoolProp ve CoolPack sonuçları esas alınarak karşılaştırılmış ve sonuçlar Şekil 3'de sunulmuştur. Şekil 3 incelendiğinde, her iki yazılımdan elde edilen COP değerlerinin birbirine oldukça yakın olduğu ve genel eğilimin tutarlı biçimde korunduğu görülmektedir.

Şekil 3. İncelenen soğutucu akışkanlar için CoolProp ve CoolPack ile hesaplanan COP değerlerinin karşılaştırılması



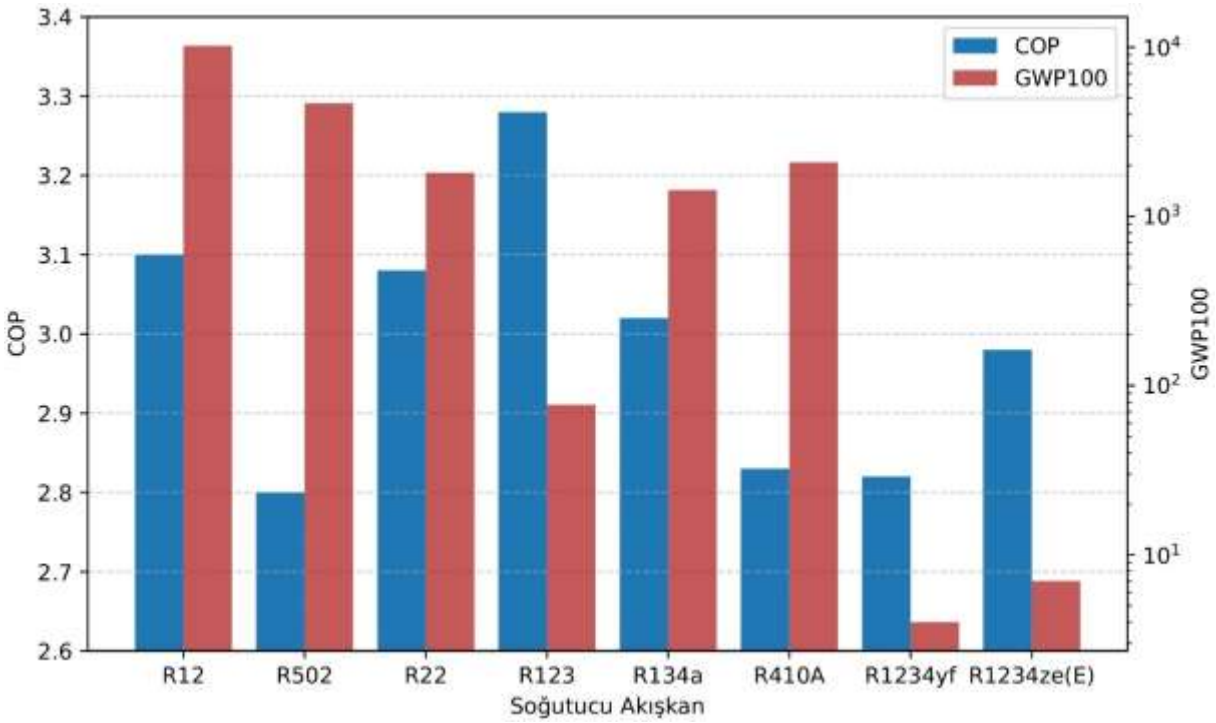
Soğutucu akışkanların çevresel etkileri ile termodinamik performansları arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacıyla, COP–ODP ve COP–GWP_{100} karşılaştırmaları yapılmıştır. Şekil 4'de, farklı akışkanlara ait COP ve ODP değerlerinin birlikte değerlendirilmesi sunulmaktadır. Bu şekilden, ODP değeri sıfır olan HFC ve HFO sınıfı akışkanların çevresel açıdan belirgin bir üstünlük sağladığı açıkça görülmektedir.

Şekil 4. İncelenen soğutucu akışkanlar için COP ve ODP değerlerinin karşılaştırılması



Şekil 5'te ise COP ile GWP_{100} arasındaki ilişki gösterilmiştir. Bu karşılaştırma, yüksek COP değerlerine sahip bazı akışkanların aynı zamanda yüksek GWP değerleri nedeniyle çevresel açıdan dezavantajlı olabileceğini ortaya koymaktadır. Buna karşılık, HFO sınıfındaki R1234yf ve R1234ze(E) akışkanlarının, düşük GWP değerlerine rağmen HFC ve HCFC sınıfındaki akışkanlara oldukça yakın COP değerleri sunduğu görülmektedir. Bu bulgu, çevresel sürdürülebilirlik ile sistem performansı arasında dengeli bir çözümün mümkün olduğunu göstermektedir.

Şekil 5. İncelenen soğutucu akışkanlar için COP ve GWP100 değerlerinin karşılaştırılması



Sonuç olarak, elde edilen bulgular HFO sınıfı soğutucu akışkanların, çevresel etkiler açısından belirgin üstünlük sağlarken, termodinamik performanstan önemli bir ödün vermediğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, HFO akışkanlarının gelecekteki soğutma ve iklimlendirme sistemleri için güçlü ve sürdürülebilir adaylar olduğu sonucuna varılmıştır.

4.SONUÇLAR

Bu çalışmada, farklı nesillere ait soğutucu akışkanların buhar sıkıştırmalı soğutma çevrimindeki termodinamik performansları ve çevresel etkileri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. CoolPack yazılımı ve CoolProp termodinamik kütüphanesinin kullanılması sayesinde, CFC, HCFC, HFC ve HFO sınıfındaki soğutucu akışkanlar aynı çalışma koşulları altında tutarlı bir biçimde analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, CFC ve HCFC sınıfındaki akışkanların belirli koşullarda yüksek COP değerleri sunabilmesine rağmen, yüksek ozon inceltme potansiyeli ve küresel ısınma potansiyeli nedeniyle çevresel açıdan sürdürülebilir olmadığını göstermektedir. HFC sınıfındaki akışkanlar sıfır ODP değerlerine sahip olmalarına rağmen, yüksek GWP değerleri sebebiyle uzun vadede kullanım kısıtlamalarıyla karşı karşıyadır. Buna karşılık, HFO sınıfındaki R1234yf ve R1234ze(E) akışkanlarının, düşük GWP değerleriyle çevresel avantaj sağlarken HFC ve HCFC akışkanlara yakın termodinamik performans sergilediği

belirlenmiştir. Bu bulgular, sürdürülebilir soğutma sistemlerinin tasarımında çevresel etki–performans dengesinin birlikte değerlendirilmesinin gerekliliğini ortaya koymakta ve HFO sınıfı soğutucu akışkanların gelecekteki uygulamalar için güçlü alternatifler sunduğunu göstermektedir.

KAYNAKÇA

Ashour, A. M., Kadhim, S. A., Jaffar, H. M., Ibrahim, O. a. A., Mota-Babiloni, A., & Bouabidi, A. (2025). Experimental investigation of the performance of vapor compression cycle in a water cooler system with low-GWP alternative refrigerants. Thermal Science and Engineering Progress, 62, 103611. https://doi.org/10.1016/j.tsep.2025.103611

Bell, I. H., Wronski, J., Quoilin, S., & Lemort, V. (2014). Pure and Pseudo-pure fluid Thermophysical Property Evaluation and the Open-Source Thermophysical Property Library CoOLPROP. Industrial & Engineering Chemistry Research, 53(6), 2498–2508. https://doi.org/10.1021/ie4033999

Calm, J. M. (2008). The next generation of refrigerants – Historical review, considerations, and outlook. International Journal of Refrigeration, 31(7), 1123–1133. https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2008.01.013

Chaturvedi, S., Sharma, N. K., & Ranganayakulu, C. (2025). Exergy analysis and performance evaluation of a vapor compression refrigeration system using R-134a, R-600a, and R-125. International Journal of Refrigeration, 175, 74–84. https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2025.03.034

Cho, H., & Park, C. (2016). Experimental investigation of performance and exergy analysis of automotive air conditioning systems using refrigerant R1234yf at various compressor speeds. Applied Thermal Engineering, 101, 30–37. https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2016.01.153

Dalkilic, A., & Wongwises, S. (2010). A performance comparison of vapour-compression refrigeration system using various alternative refrigerants. International Communications in Heat and Mass Transfer, 37(9), 1340–1349. https://doi.org/10.1016/j.icheatmasstransfer.2010.07.006

Devecioğlu, A. G., & Oruç, V. (2018). Improvement on the energy performance of a refrigeration system adapting a plate-type heat exchanger and low-GWP refrigerants as alternatives to R134a. Energy, 155, 105–116. https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.05.032

Farooq, M., Hamayoun, A., Naqvi, M., Nawaz, S., Usman, M., Naqvi, S. R., Imran, M., Nadeem, R., Razi, A., Turan, A., Pettinau, A., & Andresen, J. M. (2020). Thermodynamic Performance Analysis of hydrofluoroolefins (HFO) refrigerants in commercial Air-Conditioning Systems for Sustainable Environment. Processes, 8(2), 187. https://doi.org/10.3390/pr8020187

Gaurav, N., & Kumar, R. (2018). Computational energy and exergy analysis of R134a, R1234yf, R1234ze and their mixtures in vapour compression system. Ain Shams Engineering Journal, 9(4), 3229–3237. https://doi.org/10.1016/j.asej.2018.01.002

Guilherme, Í. F., Pico, D. F. M., Santos, D. D. D., & Filho, E. P. B. (2021). A review on the performance and environmental assessment of R-410A alternative refrigerants. Journal of Building Engineering, 47, 103847. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.103847

Gupta, S., Karanam, N. K., Konijeti, R., & Dasore, A. (2018). Thermodynamic analysis and effects of replacing HFC by Fourth-Generation refrigerants in VCR systems. International Journal of Air-Conditioning and Refrigeration, 26(02), 1850013. https://doi.org/10.1142/s201013251850013x

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2013). *Climate change 2013: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/

İşkan, Ü., & Direk, M. (2022). Experimental performance evaluation of the dual-evaporator ejector refrigeration system using environmentally friendly refrigerants of R1234ze(E), ND, R515a, R456a, and R516a as a replacement for R134a. Journal of Cleaner Production, 352, 131612. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131612

Kumma, N., Sarath, S., & Kruthiventi, S. H. (2023). Exergy and performance analysis of low GWP and Non-flammable HFO based refrigerant mixtures as alternatives to R134a. Thermal Science and Engineering Progress, 39, 101691. https://doi.org/10.1016/j.tsep.2023.101691
Li, Z., Liang, K., & Jiang, H. (2019). Experimental study of R1234yf as a drop-in replacement for R134a in an oil-free refrigeration system. Applied Thermal Engineering, 153, 646–654. https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2019.03.050
Malwe, P. D., Shaikh, J., & Gawali, B. S. (2021). Exergy assessment of a multistage multi-evaporator vapor compression refrigeration system using eighteen refrigerants. Energy Reports, 8, 153–162. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.11.072
Mansouri, R., Bisulandu, B. R. M., & Ilinca, A. (2023). Assessing energy performance and environmental impact of low GWP vapor compression chilled water systems. Energies, 16(12), 4751. https://doi.org/10.3390/en16124751
Sharif, M., Azmi, W., Ghazali, M., Samykano, M., & Ali, H. M. (2023). Performance improvement strategies of R1234yf in vapor compression refrigeration system as a R134a replacement: A review. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, 148, 105032. https://doi.org/10.1016/j.jtice.2023.105032
Triki, Z., Selloum, A., Chiba, Y., Tahraoui, H., Mansour, D., Amrane, A., Zamouche, M., Kebir, M., & Zhang, J. (2024). Exergy analysis of a solar vapor compression refrigeration system using R1234ZE(E) as an environmentally friendly replacement of R134A. Frontiers in Heat and Mass Transfer, 22(4), 1107–1128. https://doi.org/10.32604/fhmt.2024.052223
Turgut, M. S., & Çoban, M. T. (2018). Dynamic performance comparison of R134A and R1234YF refrigerants for a vapor compression refrigeration cycle. Hittite Journal of Science & Engineering, 5(Special). https://doi.org/10.17350/hjse19030000114
United Nations Environment Programme (UNEP). (1987). *Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer*. UNEP.
United Nations Environment Programme (UNEP). (2016). *The Kigali Amendment to the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer*. UNEP.
Yang, W., Meng, Z., Huo, Z., & Ding, C. (2024). Feasibility of R1234yf/R13I1 mixture refrigerant as replacement of R134A refrigerant in vapor compression system. Thermal Science, 28(3 Part A), 2083–2092. https://doi.org/10.2298/tsci2403083y
Yataganbaba, A., Kilicarslan, A., & Kurtbaş, İ. (2015). Exergy analysis of R1234yf and R1234ze as R134a replacements in a two evaporator vapour compression refrigeration system. International Journal of Refrigeration, 60, 26–37. https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2015.08.010

DÜŞÜK REYNOLDS SAYISI AERODİNAMİĞİNDE ARAŞTIRMA EĞİLİMLERİNİN BİBLİYOMETRİK ANALİZİ

Kaan Can AKBABA
Kütahya Dumlupınar University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, 43100, Kütahya
ORCID: 0009-0001-1698-605X
Mehmet Enes ERSÖZ
Kütahya Dumlupınar University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, 43100, Kütahya
ORCID: 0000-0002-2057-9318
Mustafa Arif ÖZGÜR
Kütahya Dumlupınar University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, 43100, Kütahya
ORCID: 0000-0001-5877-4293
Ramazan KÖSE
Kütahya Dumlupınar University, Faculty of Engineering, Department of Mechanical Engineering, 43100, Kütahya
ORCID: 0000-0001-6041-6591

ÖZET

Mikro hava araçları, küçük ölçekli rüzgar türbinleri ve biyomimetik uçan sistemler gibi uygulamaların aerodinamik performansı, düşük Reynolds sayısı rejiminde ortaya çıkan karmaşık akış davranışları tarafından belirgin biçimde etkilenmektedir ve bu nedenle söz konusu rejim, hem temel akış mekaniği hem de mühendislik uygulamaları açısından artan bir araştırma odağı hâline gelmiştir. Bu alanda yayımlanan çalışmaların sayısındaki hızlı artış, literatürde biriken bilginin sistematik ve nicel yöntemlerle değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır. Bu çalışmada, Web of Science veri tabanında indekslenen bilimsel yayınlar temel alınarak, düşük Reynolds sayısı aerodinamiği alanındaki küresel araştırma eğilimleri, entelektüel yapı ve disiplinler arası etkileşimler bibliyometrik yöntemler kullanılarak analiz edilmiştir. Bibliyografik verilerin görselleştirilmesi ve ağ yapılarının incelenmesi amacıyla VOSviewer yazılımı kullanılmış; anahtar kelime ortak oluşum ve bibliyografik eşleşme analizleri aracılığıyla literatürü şekillendiren temel tematik kümeler ve kavramsal bağlantılar ortaya konulmuştur. Ağ ve yoğunluk görselleştirme teknikleri sayesinde, anahtar terimler arasındaki ilişkisel yakınlıklar, atıf örüntüleri ve yazarlar, kurumlar ile ülkeler arasındaki işbirliği yapıları nesnel bir çerçevede değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, alandaki yayın üretiminde öncü aktörleri ve araştırmaların yoğunlaştığı başlıca odak noktalarını belirlemenin yanı sıra, yükselen araştırma konularını ve görece sınırlı ele alınmış temaları da açığa çıkarmaktadır.

Bu yönüyle çalışma, düşük Reynolds sayısı aerodinamiği literatürünün mevcut durumuna ilişkin bütüncül bir bakış sunmakta ve gelecekteki araştırma yönelimleri ile potansiyel işbirliği fırsatlarının belirlenmesine katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Düşük Reynolds Sayısı, Aerodinamik, Bibliyometrik Analiz, VOSviewer, Web of Science.

BIBLIOMETRIC ANALYSIS OF RESEARCH TRENDS IN LOW REYNOLDS NUMBER AERODYNAMICS

ABSTRACT

The aerodynamic performance of applications such as micro air vehicles, small-scale wind turbines, and biomimetic flying systems is strongly influenced by the complex flow behaviors that arise in the low Reynolds number regime; therefore, this regime has become an increasingly important research focus in both fundamental fluid mechanics and engineering applications. The rapid growth in the number of studies published in this field necessitates the systematic and quantitative evaluation of the accumulated body of knowledge. In this study, scientific publications indexed in the Web of Science database were analyzed using bibliometric methods to examine global research trends, the intellectual structure, and interdisciplinary interactions in the field of low Reynolds number aerodynamics. VOSviewer software was employed to visualize bibliographic data and analyze network structures and key thematic clusters and conceptual relationships shaping the literature were identified through keyword co-occurrence and bibliographic coupling analyses. Network and density visualization techniques enabled an objective assessment of relational proximities among key terms, citation patterns, and collaboration structures among authors, institutions, and countries. The findings not only identify leading contributors and major research focus within the field but also reveal emerging research topics and relatively underexplored themes. In this respect, the study provides a comprehensive overview of the current state of the low Reynolds number aerodynamics literature and contributes to the identification of future research directions and potential collaboration opportunities.

Keywords: Low Reynolds Number, Aerodynamics, Bibliometric Analysis, VOSviewer, Web of Science.

1. INTRODUCTION

Son yıllarda bilimsel araştırmaların hacminde meydana gelen dramatik artış, araştırmacıların kendi alanlarındaki ilgili literatürü takip etmelerini giderek zorlaştırmaktadır (Zupic & Čater,

2014). Mevcut bilgi birikimini sentezlemek ve geçmiş bulguları anlamlandırmak, belirli bir araştırma hattını ilerletmek için en önemli görevlerden biridir (Zupic & Čater, 2014). Bu amaçla literatür taramaları, bilimsel bilginin organize edilmesi ve yeni araştırma yönlerinin belirlenmesinde temel bir araç olarak kullanılmaktadır.

Geleneksel olarak, bilimsel literatürün gözden geçirilmesi ve değerlendirilmesi için anlatısal (narrative) literatür taramaları veya meta-analiz gibi yöntemler kullanılmaktadır (Donthu et al., 2021). Ancak anlatısal incelemeler, araştırmacının öznel yorumlarına açık olması ve sistematik bir metodolojik çerçeveden yoksun kalabilmesi nedeniyle eleştirilmektedir. Meta-analizler ise daha çok nicel çalışmalara dayalı ampirik bulguların sentezine odaklanmakta ve disiplinin entelektüel yapısını veya tematik evrimini bütüncül olarak ortaya koymakta sınırlı kalmaktadır (Donthu et al., 2021; Zupic & Čater, 2014).

Bu bağlamda bibliyometrik analiz, bilimsel literatürü nicel ve nesnel yöntemlerle inceleyerek bir araştırma alanının yapısını, gelişimini ve dinamiklerini ortaya koyan güçlü bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır (Donthu et al., 2021). Bibliyometrik yöntemler, büyük hacimli yayın verilerinin sistematik olarak analiz edilmesine olanak tanıyarak, alanın zamansal evrimini, etkili araştırma aktörlerini ve yükselen araştırma temalarını belirlemeyi mümkün kılmaktadır. Bu yöntemler genel olarak iki ana analiz çerçevesinde ele alınmaktadır: araştırma çıktılarının üretkenliğini ve etkisini değerlendiren performans analizi ile yazarlar, yayınlar ve anahtar kavramlar arasındaki entelektüel ilişkileri görselleştiren bilim haritalama (science mapping) yaklaşımı (Donthu et al., 2021). Bilim haritalama kapsamında atıf analizi, ortak atıf (co-citation), bibliyografik eşleşme ve ortak kelime (co-word) analizi gibi teknikler yaygın olarak kullanılmaktadır (Zupic & Čater, 2014).

Bibliyometrik analizler, mühendislik ve özellikle havacılık ve aerodinamik alanlarında araştırma eğilimlerinin ve iş birliği ağlarının ortaya konmasında etkin biçimde kullanılmaktadır. Rüzgâr tüneli araştırmalarına yönelik küresel eğilimleri inceleyen çalışmalarda, yayın performansı ve uluslararası iş birlikleri analiz edilerek deneysel ve sayısal yöntemlerin (örneğin CFD) evrimi ortaya konmuştur (Mo et al., 2018a; Mo et al., 2018b). İnsansız Hava Sistemleri (UAS) gürültüsü üzerine yapılan bibliyometrik incelemelerde ise aeroakustik ve psikoakustik gibi alt araştırma temalarının belirginleştiği gösterilmiştir (Yang et al., 2024). Benzer şekilde, uçak gövdesi araştırmalarına yönelik güncel çalışmalar, gelişmiş malzemeler, aerodinamik tasarım ve yapısal sağlık izleme konularının baskın temalar olduğunu ortaya koymuştur (Dhanapalan et al., 2025). Bu örnekler, bibliyometrik yöntemlerin havacılık bilimleri

literatüründeki bilgi birikimini sistematik olarak haritalandırmada etkili olduğunu göstermektedir.

Mevcut çalışmalar incelendiğinde, düşük Reynolds sayısı aerodinamiği alanında teknik açıdan kapsamlı araştırmalar bulunmasına rağmen, literatürün genel yapısını ve gelişim sürecini bütüncül olarak değerlendiren bibliyometrik çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Bu çalışma, söz konusu boşluğu doldurmayı amaçlayarak düşük Reynolds sayısı aerodinamiği alanındaki literatürü kapsamlı bir bibliyometrik analiz çerçevesinde incelemektedir. Web of Science (WoS) veritabanından elde edilen yayınlar kullanılarak performans analizi ve bilim haritalama teknikleri bir arada uygulanmıştır. Bu çalışmanın amacı, düşük Reynolds sayısı aerodinamiği literatürünün zamansal gelişimini, baskın ve yükselen araştırma temalarını ve alanın entelektüel yapısını bibliyometrik yöntemler kullanarak ortaya koymaktır. Çalışma, nicel ve nesnel bir yaklaşım sunarak alanın güncel araştırma yönelimlerini belirlemeyi ve gelecekteki deneysel ve sayısal çalışmalar için yol gösterici bir çerçeve sağlamayı hedeflemektedir.

2. MALZEMELER VE YÖNTEMLER

Bu çalışmada, düşük Reynolds sayısı aerodinamiği alanındaki güncel araştırma eğilimlerini, baskın temaları ve kavramsal ilişkileri ortaya koymak amacıyla bibliyometrik analiz yöntemi benimsenmiştir. Bibliyometrik analiz, büyük ölçekli akademik yayın verilerinin sistematik ve tekrarlanabilir biçimde incelenmesine olanak tanıyan, araştırmacı yanlılığını en aza indiren bir yöntem olarak literatürde yaygın biçimde kullanılmaktadır. Çalışmanın metodolojik çerçevesi, alanın tematik yapısını ve kavramsal yoğunlaşmalarını belirlemeye odaklanan odaklı (focused) bir bibliyometrik yaklaşım üzerine kurulmuştur.

Analiz kapsamında kullanılan bibliyometrik veriler, yüksek etki faktörüne sahip, hakemli ve disiplinler arası yayınları kapsaması nedeniyle Web of Science (WoS) Core Collection veritabanından elde edilmiştir. WoS, sunduğu standartlaştırılmış atıf verileri, ayrıntılı bibliyografik kayıt yapısı ve uluslararası literatürde yaygın kabul görmesi nedeniyle bibliyometrik çalışmalar için güvenilir bir veri kaynağı olarak tercih edilmiştir. Bu özellikleri sayesinde, analiz sonuçlarının tutarlılığı ve tekrarlanabilirliği sağlanmıştır.

Literatür taraması, WoS gelişmiş arama arayüzü kullanılarak Konu (Topic, TS) alanında gerçekleştirilmiştir. Bu alan; yayın başlığı, özet, yazar anahtar kelimeleri ve Keywords Plus içeriklerini kapsamakta olup, araştırma konusunun kavramsal çerçevesini geniş bir perspektiften yakalamaya olanak tanımaktadır. Düşük Reynolds sayısı aerodinamiği literatürü oldukça geniş ve heterojen bir yapıya sahip olduğundan, bu çalışmada analiz kapsamı, düşük

Reynolds sayısı rejiminde aerodinamik davranışı doğrudan etkileyen temel fiziksel mekanizmalardan biri olan laminar ayrılma kabarcığı olgusu etrafında odaklanmıştır. Bu yaklaşım, alanın tamamını kapsayan yüzeysel bir tarama yerine, fiziksel olarak merkezi bir fenomen üzerinden daha tutarlı ve anlamlı bir tematik haritalama yapılmasını amaçlamaktadır. Bu doğrultuda arama sorgusu, düşük Reynolds sayısı kavramını temsil eden farklı terminolojik varyasyonları kapsayacak şekilde yapılandırılmış ve aerodinamik ile kanat profili bağlamında ilişkilendirilmiştir. Ayrıca, analiz kapsamının fiziksel tutarlılığını sağlamak amacıyla "laminar separation bubble" terimi zorunlu kılınarak, çalışma düşük Reynolds sayısı aerodinamiği literatürünün bu kritik alt bileşenine odaklanmıştır. Arama sorgusunda joker karakterler (*) kullanılarak terimlerin farklı türevleri kapsanmış ve terminolojik çeşitlilikten kaynaklanabilecek veri kayıpları en aza indirilmiştir.

Bu kapsamda görsellerde belirtilen şu arama dizini (query string) kullanılmıştır:

TS = ("low Reynolds" OR "low-Reynolds" OR "low-Reynolds-number" OR "low Re" OR "low Reynolds number") *AND TS = (aerodynamic OR airfoil)** **AND TS = ("laminar separation bubble")**

Bu sorguda; "aerodynamic*" ve "airfoil*" terimlerinde kullanılan joker karakter (*) ile kelime kökünden türeyen varyasyonlar kapsanmıştır.

Elde edilen sonuçların alanla kavramsal uyumunu ve metodolojik bütünlüğünü korumak amacıyla bazı filtreleme adımları uygulanmıştır. Bu kapsamda, WoS Core Collection içerisinde yer almakla birlikte araştırma alanıyla sınırlı entegrasyona sahip olan Research Commons ve KCI–Korean Journal Database indeksli kayıtlar analiz kapsamı dışında bırakılmıştır. Ayrıca, ağırlıklı olarak biyomedikal literatüre odaklanan MEDLINE® veritabanında indekslenen çalışmalar, aerodinamik temelli mühendislik araştırmalarıyla sınırlı kavramsal örtüşmeye sahip olmaları nedeniyle değerlendirmeye alınmamıştır.

Veri seti, doküman türü açısından da filtrelenmiştir. Analizin, özgün araştırma çıktılarının tematik yapısını yansıtması hedeflendiğinden, yalnızca hakemli dergi makaleleri değerlendirmeye alınmış; bildiri özetleri, erken erişim (early access) yayınları ve derleme makaleler kapsam dışı bırakılmıştır. Bu tercih, analiz sonuçlarının henüz tamamlanmamış veya ikincil nitelikteki çalışmalar tarafından etkilenmesini önlemek ve alanın güncel araştırma eğilimlerini özgün çalışmalar üzerinden incelemek amacıyla yapılmıştır.

Uluslararası literatürde ortak bilim dili esas alınarak yalnızca İngilizce yayımlanmış çalışmalar analize dâhil edilmiştir. Ayrıca, düşük Reynolds sayısı aerodinamiği alanındaki güncel tematik

yönelimleri ve araştırma odaklarını yakalayabilmek amacıyla analiz, 2021–2025 (25.12.2025) yılları arasında yayımlanmış çalışmalar ile sınırlandırılmıştır. Bu zaman aralığı, özellikle son yıllarda artan deneysel ve sayısal çalışmaların literatüre yansımalarını incelemeye olanak tanımaktadır.

Uygulanan tüm arama ve filtreleme adımları sonucunda, WoS Core Collection veritabanından toplam 87 çalışmadan oluşan nihai bir veri seti elde edilmiştir. Veri setinin görece sınırlı büyüklüğü, çalışmanın geniş kapsamlı bir alan taramasından ziyade, düşük Reynolds sayısı aerodinamiğinin belirleyici bir fiziksel mekanizması etrafında odaklanmış bir bibliyometrik analiz sunmasını sağlamaktadır.

Bibliyometrik veri analizi ve görselleştirme süreçlerinde, akademik literatürde yaygın olarak kullanılan VOSviewer yazılımı tercih edilmiştir. VOSviewer, veri setlerini anlamlı ve yorumlanabilir görsel temsillere dönüştürerek bibliyometrik ağların oluşturulması ve görselleştirilmesinde kritik bir rol oynamaktadır (Dereli, 2024). VOSviewer'ın kendine özgü görselleştirme yaklaşımı, araştırmacıların karmaşık bilimsel ilişkileri kolaylıkla yorumlamasını sağlamakta; bu yönüyle araştırma eğilimlerinin, iş birliklerinin ve bilgi yapılarının anlaşılmasında vazgeçilmez bir araç hâline gelmektedir (Altay & Balım, 2024).

Analiz öncesinde, WoS'tan indirilen bibliyografik veriler bir ön işleme sürecine tabi tutulmuştur. Bu aşamada yinelenen kayıtlar kontrol edilmiş, anahtar kelimelerdeki yazım farklılıkları, eş anlamlı terimler ve tekil–çoğul kullanımlar standartlaştırılmıştır. Aynı kavramı temsil eden farklı ifadeler, VOSviewer için oluşturulan bir thesaurus dosyası aracılığıyla birleştirilerek, anahtar kelime ağlarının daha tutarlı ve anlamlı biçimde oluşması sağlanmıştır.

Çalışma kapsamında, literatürdeki baskın tematik yapıları belirlemek amacıyla anahtar kelime eş-oluşum analizi uygulanmıştır. Ayrıca, alanın etkili çalışmalarını ve kavramsal yoğunlaşmalarını destekleyici biçimde atıf verileri ve yayın yoğunluğu eğilimleri de değerlendirilmiştir. VOSviewer tarafından üretilen haritalarda düğüm büyüklükleri terimlerin kullanım sıklığını, bağlantı yoğunluğu kavramsal ilişkilerin gücünü, renklerle ayrılan kümeler ise literatürdeki tematik alt alanları temsil etmektedir.

3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu çalışmada elde edilen bibliyometrik bulgular, düşük Reynolds sayısı aerodinamiği literatüründe anahtar kavramların belirli odak noktaları etrafında yoğunlaştığını göstermektedir. Anahtar kelime eş-oluşum analizi sonuçlarına göre, "Low Reynolds number" anahtar kelimesi, 16 tekrar ve 33 toplam bağlantı gücü ile ikinci en baskın kavram olarak öne

çıkmaktadır. Buna ek olarak "low Reynolds numbers", "low Reynolds number flow" ve "low Reynolds number airfoil" gibi varyasyonların da ağ yapısı içerisinde yer alması, literatürde düşük Reynolds sayısı kavramının farklı bağlamlarda ele alındığını ve aerodinamik uygulamalarla güçlü biçimde ilişkilendirildiğini göstermektedir. Bu durum, düşük Reynolds sayısı rejiminin hem temel akış fiziği hem de mühendislik uygulamaları açısından önemli bir araştırma alanı olduğunu doğrulamaktadır.

Anahtar kelime ağında aerodinamik performans ve kanat profili ile ilişkili kavramların belirgin bir yer tuttuğu görülmektedir. "Aerodynamic performance" (7 tekrar, 18 bağlantı gücü), "airfoil" (4 tekrar, 11 bağlantı gücü) ve "aerodynamic coefficients" gibi terimler, laminar ayrılma kabarcığı ve düşük Reynolds sayısı kavramlarıyla güçlü bağlantılar sergilemektedir. Bu yapı, literatürde laminar ayrılma kabarcığının aerodinamik kuvvetler, taşıma katsayısı ve performans karakteristikleri üzerindeki etkilerinin yoğun biçimde incelendiğini göstermektedir. Sayısal yöntemlere ilişkin anahtar kelimeler de eş-oluşum ağında önemli bir yer tutmaktadır. "Computational fluid dynamics", "CFD", "Reynolds-averaged Navier–Stokes (RANS)" ve "large eddy simulation" gibi terimlerin ağ içerisinde yer alması, düşük Reynolds sayısı aerodinamiği çalışmalarında sayısal benzetimlerin yaygın olarak kullanıldığını ortaya koymaktadır. Bu bulgu, laminar ayrılma kabarcığının karmaşık yapısı nedeniyle deneysel çalışmaların sıklıkla sayısal analizlerle desteklendiğini göstermektedir.

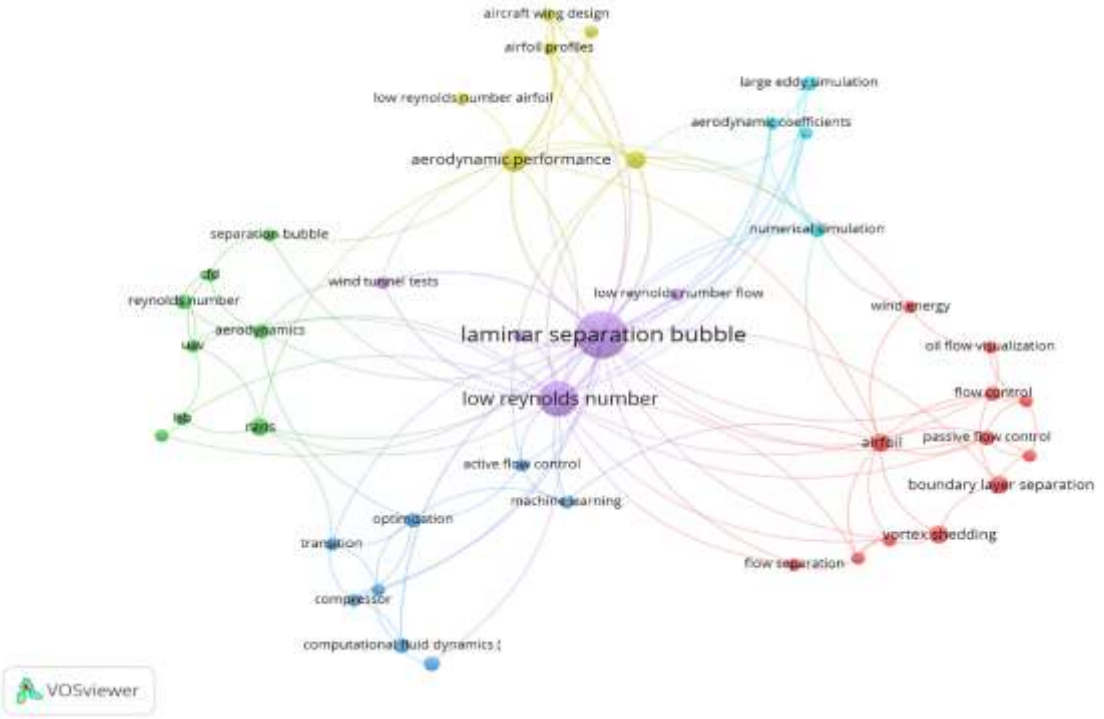
Akış kontrolü ve optimizasyon temaları da literatürde dikkat çekici bir yer tutmaktadır. "Active flow control", "passive flow control", "flow control" ve "optimization" gibi anahtar kelimeler, laminar ayrılma kabarcığı ve aerodinamik performans kavramlarıyla bağlantılı olarak ağ yapısında konumlanmaktadır. Bu durum, literatürde yalnızca temel akış fiziğinin değil, aynı zamanda aerodinamik performansın iyileştirilmesine yönelik uygulama odaklı yaklaşımların da ele alındığını göstermektedir.

Veri analizi ve görselleştirme süreçlerinde, bibliyometrik haritaların oluşturulması, görselleştirilmesi ve keşfedilmesi amacıyla geliştirilen **VOSviewer** yazılımı kullanılır (Nandiyanto et al., 2023). Alanın kavramsal yapısını doğrudan yansıtması nedeniyle analiz türü olarak anahtar kelime eş-oluşum (co-occurrence) analizi tercih edilmiştir. Web of Science veritabanından elde edilen kayıtların dizinleme farklılıklarından kaynaklanabilecek gürültüyü azaltmak ve çalışmaları tanımlayan özgün terminolojiyi esas almak amacıyla analiz birimi olarak "Author Keywords" seçilmiştir.

Çalışma kapsamındaki veri setinin odaklanmış yapısı (n = 87) ve incelenen literatürün güncel karakteri (2021–2025) dikkate alınarak, anahtar kelime ağındaki temel eğilimleri koruyabilmek amacıyla eşik değeri 2 olarak belirlenmiştir. Bu doğrultuda, toplam 277 yazar anahtar kelimesi arasından en az iki farklı çalışmada kullanılan 43 anahtar kelime nihai ağ oluşturma ve kümeleme analizine dâhil edilmiştir. Bu yaklaşım, düşük Reynolds sayısı aerodinamiği ve laminar ayrılma kabarcığı gibi oldukça spesifik bir alt alanda, henüz yüksek frekansa ulaşmamış ancak literatürde ortaya çıkmaya başlayan güncel eğilimlerin görünür kılınmasını amaçlamaktadır.

Elde edilen anahtar kelime istatistikleri, alanın kavramsal merkezinde "laminar separation bubble" ve "low Reynolds number" terimlerinin yer aldığını açık biçimde göstermektedir. Bununla birlikte, ağ yapısı incelendiğinde çalışmaların birkaç belirgin odak etrafında yoğunlaştığı görülmektedir. Bu odaklar arasında akış ayrılması ve geçiş mekanizmalarına yönelik temel akış fiziği çalışmaları, sayısal yöntemlere dayalı modelleme yaklaşımları ve aerodinamik performans ile akış kontrolüne yönelik uygulama odaklı araştırmalar öne çıkmaktadır. Ayrıca "UAV" ve "wind energy" gibi anahtar kelimelerin ağ içerisinde yer alması, düşük Reynolds sayısı aerodinamiği çalışmalarının özellikle insansız hava araçları ve rüzgâr enerjisi uygulamalarıyla doğrudan ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Son olarak, "machine learning" teriminin anahtar kelime ağı içerisinde yer alması, yapay zekâ tabanlı tahmin ve optimizasyon yöntemlerinin düşük Reynolds sayısı aerodinamiği literatürüne entegre olmaya başladığını gösteren dikkat çekici ve güncel bir bulgu olarak değerlendirilmektedir. Bu durum, alanın yalnızca geleneksel deneysel ve sayısal yöntemlerle değil, aynı zamanda veri odaklı yaklaşımlarla da genişlemekte olduğunu göstermektedir.



Şekil. 1. Düşük Reynolds sayısı aerodinamiği literatüründeki anahtar kelimelerin ağ görselleştirme haritası (Network Visualization).

Şekil 1'de sunulan Network Visualization haritası incelendiğinde, Haritanın merkezinde konumlanan ve mor renk ile temsil edilen "laminar separation bubble" ve "low Reynolds number" düğümleri, en büyük çaplara ve en yoğun bağlantı çizgilerine sahiptir. Bu durum, söz konusu kavramların literatürün "bağlayıcı omurgası" olduğunu doğrulamaktadır. Mor kümenin, haritanın diğer tüm renk gruplarıyla doğrudan etkileşim halinde olması, laminar ayrılma kabarcığı olgusunun; performans analizi, akış kontrolü ve sayısal modelleme gibi tüm alt alanların ortak paydası olduğunu göstermektedir.

Sarı renkli küme, "aerodynamic performance" düğümü etrafında şekillenmiş olup; "airfoil profiles", "aircraft wing design" ve "low Reynolds number airfoil" terimlerini içermektedir. Bu kümelenme, literatürün önemli bir kısmının teorik akış fiziğinden ziyade, doğrudan tasarım parametrelerinin (kanat profili geometrisi vb.) aerodinamik verimlilik üzerindeki etkisine odaklandığını işaret etmektedir. Sarı kümenin, mor renkli "laminar separation bubble" ile kurduğu güçlü bağ, LSB'nin varlığının veya kontrolünün performans üzerindeki belirleyici rolünü kanıtlar niteliktedir.

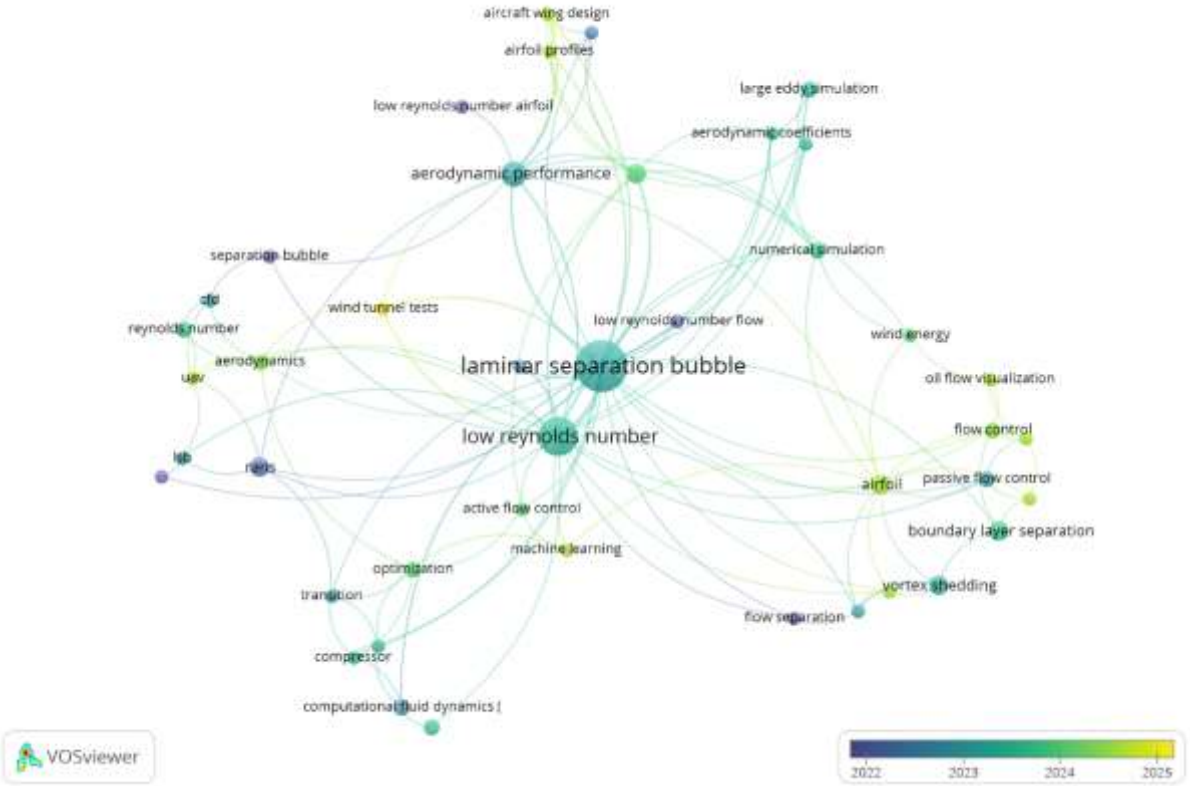
Kırmızı renkli küme, akış fiziği ve kontrol mekanizmalarına odaklanmaktadır. "Airfoil", "flow control", "passive flow control" ve "boundary layer separation" terimlerini barındıran bu grup,

akış ayrılmasını yönetmek için geliştirilen stratejileri temsil etmektedir. Özellikle "vortex shedding" (girdap kopması) teriminin bu kümede yer alması, kararsız akış yapılarının kontrol yöntemleriyle olan fiziksel ilişkisinin literatürde sıkça irdelendiğini göstermektedir. Ayrıca "wind energy" teriminin bu grupla olan bağlantısı, düşük Reynolds sayısı aerodinamiğinin rüzgar türbini uygulamalarındaki pratik karşılığını vurgulamaktadır.

Mavi ve açık mavi tonların hakim olduğu küme, hesaplamalı yöntemler ve optimizasyon süreçlerini işaret etmektedir. "Numerical simulation", "optimization" ve "transition" kavramlarının bir arada bulunduğu bu yapıda, özellikle "machine learning" (makine öğrenmesi) düğümünün konumu dikkat çekicidir. Makine öğrenmesi teriminin "active flow control" ve "optimization" ile yakın konumsal ilişkisi, yapay zeka tekniklerinin güncel literatürde sadece veri analizi için değil, aktif akış kontrol sistemlerinin optimizasyonunda da yükselen bir trend olduğunu ortaya koymaktadır.

Son olarak sol tarafta yer alan yeşil küme, metodolojik araçları ve spesifik uygulama alanlarını kapsamaktadır. "CFD", "RANS" ve "Reynolds number" terimleri, araştırmalarda kullanılan standart sayısal araçları temsil ederken; "UAV" (İnsansız Hava Araçları) düğümünün bu küme içerisindeki varlığı, düşük Reynolds sayısı çalışmalarının birincil havacılık uygulamalarından birinin İHA sistemleri olduğunu teyit etmektedir.

Genel olarak ağ haritası; literatürün temel akış fiziği (mor), aerodinamik tasarım/performans (sarı), fiziksel akış kontrolü (kırmızı) ve gelişmiş hesaplamalı optimizasyon (mavi) olmak üzere dört ana eksende geliştiğini görselleştirmektedir.



Şekil 2. Düşük Reynolds sayısı aerodinamiği literatüründeki anahtar kelimelerin yıllara göre tematik evrimini gösteren zaman ağırlıklı harita (Overlay Visualization)

Şekil 2'de sunulan zaman ağırlıklı harita (overlay visualization), literatürdeki araştırma odaklarının 2022 yılından 2025 yılına kadar olan süreçteki zamansal evrimini gözler önüne sermektedir. Haritanın sağ alt köşesindeki renk skalasına göre; koyu mavi ve mor tonlar daha erken tarihli (ortalama yayın yılı ~2022) çalışmaları, turkuaz ve yeşil tonlar orta dönemi, sarı ve açık yeşil tonlar ise en güncel (2024-2025) araştırma eğilimlerini temsil etmektedir.

Harita incelendiğinde, "RANS" ve "CFD" gibi terimlerin koyu mavi ve mor renklerle temsil edildiği görülmektedir. Bu durum, incelenen dönemin başlarında araştırmaların ağırlıklı olarak temel akış fiziğinin anlaşılmasına ve klasik hesaplamalı akışkanlar dinamiği yöntemlerinin (RANS gibi) uygulanmasına odaklandığını göstermektedir. Bu aşamada literatür, laminar ayrılma kabarcığının varlığını ve temel geometriler üzerindeki etkilerini tanımlama eğilimindedir.

Zaman çizelgesinde günümüze doğru ilerledikçe (yeşil ve sarı tonlar), araştırma konularında belirgin bir paradigma değişimi gözlemlenmektedir. Haritada sarı renk ile vurgulanan "flow control", "passive flow control", "active flow control" ve "optimization" terimleri, alanın

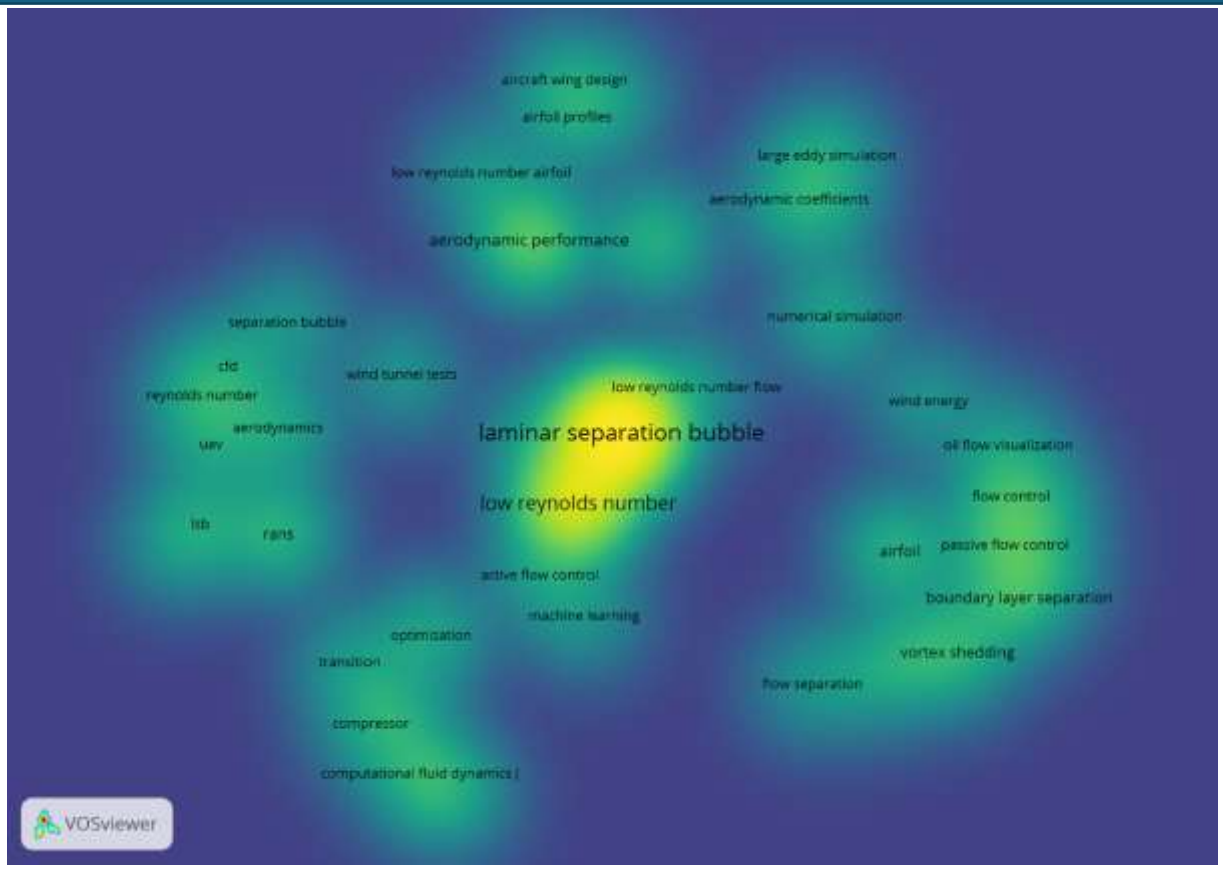
"durum tespiti" aşamasından "performans iyileştirme ve kontrol" aşamasına geçtiğini kanıtlamaktadır. Araştırmacılar artık sadece ayrılma kabarcığını simüle etmekle kalmayıp, bu olguyu aktif veya pasif yöntemlerle kontrol altına alarak aerodinamik performansı optimize etmeye yönelmişlerdir.

En dikkat çekici bulgu ise "machine learning" düğümünün parlak sarı renkle, yani en güncel tarihli çalışmalar arasında yer almasıdır. Bu durum, düşük Reynolds sayısı aerodinamiği çalışmalarında veri odaklı yaklaşımların ve yapay zeka algoritmalarının, geleneksel yöntemlere entegre edilerek yükselen bir trend haline geldiğini açıkça ortaya koymaktadır.

Bu yönelimin teknik altyapısında, düşük Reynolds sayısı akışlarının içerdiği karmaşık fiziksel mekanizmalar belirleyici rol oynamaktadır. Özellikle laminar ayrılma kabarcığı gibi doğrusal olmayan (non-linear) ve zamana bağlı değişim gösteren akış yapılarının, geleneksel RANS (Reynolds-Averaged Navier–Stokes) türbülans modelleri ile hassas biçimde yakalanması zorluklar barındırmaktadır (Windte et al., 2006; Holman & Fürst, 2021). Öte yandan, akış fiziğini yüksek doğrulukla çözümleyen DNS (Doğrudan Sayısal Benzetim) veya LES (Büyük Girdap Benzetimi) gibi yöntemler ise mühendislik tasarım döngüleri için son derece yüksek hesaplama maliyeti gerektirmektedir (Zhiyin, 2014). Bu bağlamda makine öğrenmesi algoritmaları, karmaşık akış örüntülerini veri odaklı modellerle çok daha hızlı tahmin edebilmesi ve özellikle aktif akış kontrolü problemlerinde optimizasyon süreçlerini hızlandırması nedeniyle araştırmacılar için maliyet etkin ve güçlü bir alternatif olarak öne çıkmaktadır.

Benzer şekilde "wind energy" ve "UAV" terimlerinin de güncel renk spektrumunda yer alması, teorik çalışmaların yenilenebilir enerji ve insansız hava araçları gibi endüstriyel uygulama alanlarına doğru genişlediğini göstermektedir.

Özetle, zaman ağırlıklı analiz sonuçları; literatürün temel aerodinamik analizlerden (2022 ve öncesi), akış kontrolü, optimizasyon ve yapay zeka destekli modelleme yaklaşımlarına (2024-2025) doğru evrildiğini doğrulamaktadır.



Şekil. 3. Düşük Reynolds sayısı aerodinamiği literatürüne ait anahtar kelime eş-oluşum ağının yoğunluk (density visualization) gösterimi

Şekil 3'te sunulan density visualization, literatürdeki kavramsal doygunluk noktalarını ve araştırma yoğunluğunun mekansal dağılımını ifade etmektedir. Bu harita türünde, sarı renge yaklaşan parlak bölgeler terimlerin kullanım sıklığının ve ağ içerisindeki bağlantı ağırlığının en yüksek olduğu "sıcak bölgeleri" (hotspots); mavi bölgeler ise literatürde daha seyrek ele alınan veya niş kalan konuları temsil etmektedir.

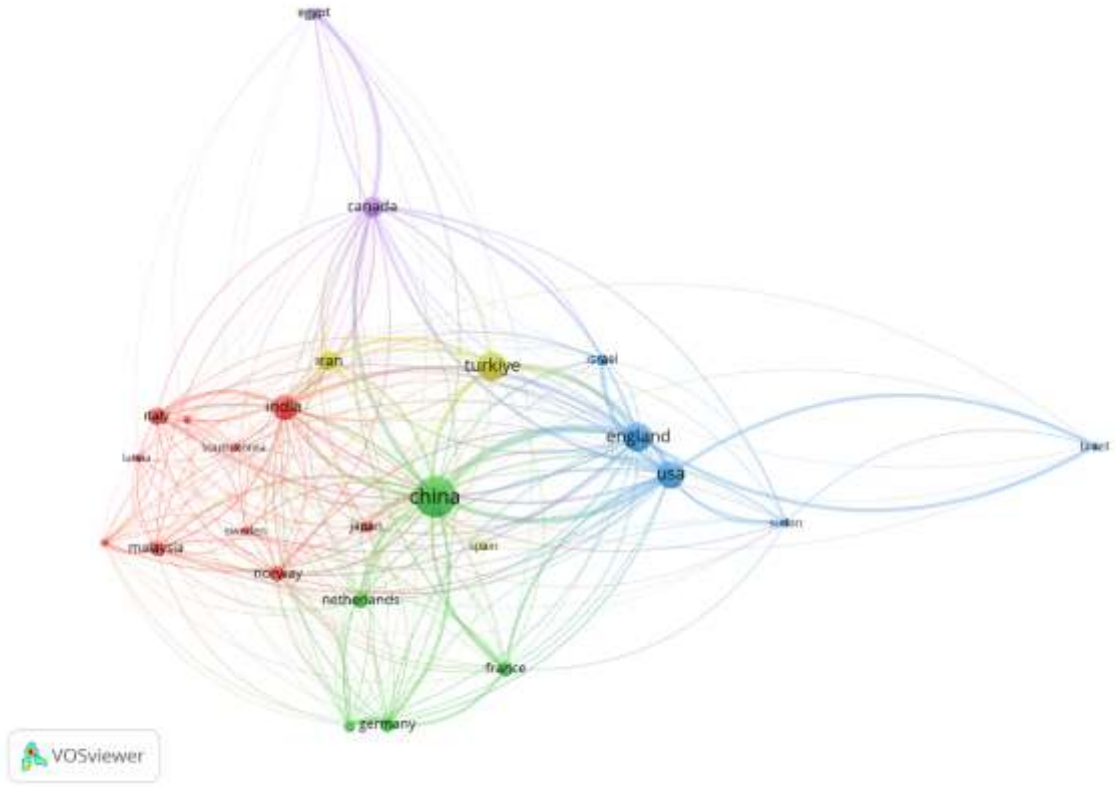
Haritanın merkezinde yer alan ve en parlak sarı tonla vurgulanan alan, "laminar separation bubble" ve "low Reynolds number" terimlerinin oluşturduğu çekirdek yapıdır. Bu durum, incelenen literatürün parçalı bir yapıdan ziyade, son derece güçlü ve merkezi bir ana tema etrafında konsolide olduğunu kanıtlamaktadır. Araştırmacıların büyük çoğunluğu, çalışmalarını doğrudan bu fiziksel fenomenin tanımlanması ve analizi üzerine kurgulamıştır.

Merkezi yoğunlaşmanın çevresinde, daha düşük yoğunluklu ancak kendi içinde tutarlı kümelenmeler (yeşil bölgeler) dikkat çekmektedir. Özellikle haritanın sağ alt tarafında belirginleşen "flow control", "passive flow control" ve "airfoil" bölgesi, akış kontrolü çalışmalarının literatürde ikinci bir odak noktası haline geldiğini göstermektedir. Benzer şekilde

üst kısımda yer alan "aerodynamic performance" bölgesi de araştırmaların teorik analizden pratik performans çıktılarına dönüştüğü bir diğer yoğunluk merkezidir.

Harita ayrıca literatürdeki boşlukları ve potansiyel gelişim alanlarını da dolaylı olarak işaret etmektedir. Örneğin, "machine learning" ve "optimization" terimlerinin bulunduğu bölge (alt orta kısım), merkeze kıyasla daha sönük bir yoğunluğa sahiptir. Bu durum, yapay zeka ve optimizasyon tabanlı yaklaşımların literatürde henüz "doygunluk" noktasına ulaşmadığını, dolayısıyla araştırmacılar için yüksek özgünlük ve katkı potansiyeli taşıyan "açık alanlar" olduğunu göstermektedir.

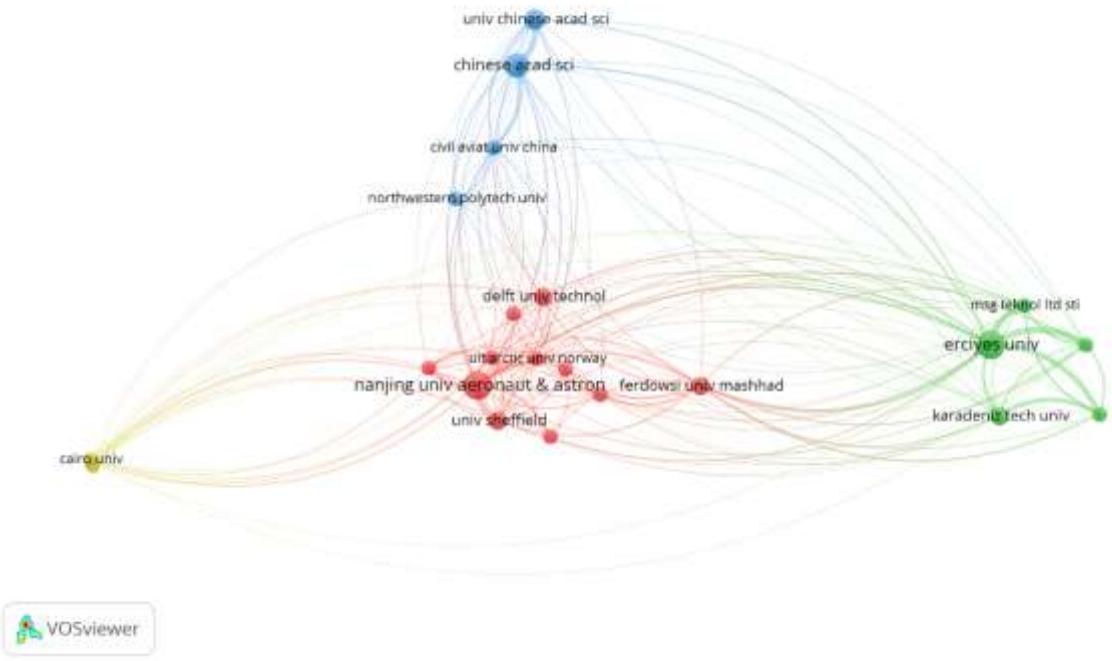
Sonuç olarak yoğunluk analizi; düşük Reynolds sayısı aerodinamiği alanının, *laminar ayrılma kabarcığı* gibi köklü ve doymuş bir merkeze sahip olduğunu, ancak *akış kontrolü* ve *yapay zeka* gibi çevresel alanlarda genişleme eğilimi gösterdiğini ortaya koymaktadır.



Şekil 4. Düşük Reynolds sayısı aerodinamiği literatüründeki ülkeler arası iş birliği ağı

Ülkeler arası iş birliği ağında (Şekil 4) Türkiye'nin konumsal olarak ağın merkezine yakın bir noktada yer alması, araştırmacıların hem Doğu (Çin, İran) hem de Batı (ABD, Avrupa) eksenli aktörlerle temas halinde olduğunu göstermektedir. Ancak kurumlar arası ağ analizi (Şekil 5)

incelendiğinde, bu merkezi konumun güçlü ve sürdürülebilir kurumsal ortaklıklara henüz tam olarak dönüşmediği görülmektedir. Türk üniversitelerinin oluşturduğu kümenin (Yeşil), küresel ana ağdan (Main Component) ziyade kendi içinde yoğunlaşması, Türkiye'nin mevcut 'köprü' potansiyelini hayata geçirmesi için uluslararası çok-merkezli projelere daha fazla ağırlık vermesi gerektiğini ortaya koymaktadır



Şekil 5. Düşük Reynolds sayısı aerodinamiği literatüründeki kurumlar arası iş birliği ağı

Kurumlar arası iş birliği ağında (Şekil 5) literatürü şekillendiren iki temel odak noktası dikkat çekmektedir; ağın küresel merkezinde yer alan Chinese Academy of Sciences, en büyük düğüm hacmiyle uluslararası iş birliklerinin ana omurgasını oluştururken, Türkiye adresli yayınların merkezinde bulunan Erciyes Üniversitesi, küresel ana bileşene entegre olmaktan ziyade diğer yerel kurumlarla (Karadeniz Teknik Üniversitesi vb.) sınırlı kalan, kendi içine dönük (intra-national) bir kümelenme yapısı sergilemektedir.

SONUÇ

Web of Science veri tabanı temel alınarak 2021–2025 yılları arasındaki düşük Reynolds sayısı aerodinamiği literatürü bibliyometrik yöntemlerle kapsamlı bir şekilde analiz edilmiştir.

Gerçekleştirilen ağ ve yoğunluk analizleri, bu iki temel kavramın literatürdeki diğer tüm alt disiplinler için birleştirici bir merkez görevi gördüğünü ve araştırmacıların büyük çoğunluğunun çalışmalarını bu fiziksel mekanizmaların analizi üzerine kurguladığını göstermiştir.

Zaman ağırlıklı (overlay) analiz sonuçları, araştırma eğilimlerinde son beş yıl içerisinde belirgin bir eksen kayması yaşandığını kanıtlamaktadır. İncelenen dönemin başlarında (2021–2022) çalışmaların ağırlıklı olarak temel akış fiziğinin anlaşılmasına, RANS ve CFD gibi geleneksel sayısal yöntemlerin uygulanmasına odaklandığı görülmektedir. Ancak son yıllara (2024–2025) doğru ilerlendiğinde, literatürün odağının "durum tespiti"nden "süreç yönetimine" evrildiği; aktif ve pasif akış kontrolü (flow control), aerodinamik optimizasyon ve performans iyileştirme konularının baskın araştırma temaları haline geldiği tespit edilmiştir. Bu değişim, alanın teorik olgunluğa eriştikçe daha uygulama odaklı ve verimlilik esaslı bir yapıya büründüğünü göstermektedir.

Çalışmanın en dikkat çekici ve stratejik bulgusu, yapay zeka tabanlı yaklaşımların alandaki hızlı yükselişidir. "Makine öğrenmesi" kavramının en güncel ve yükselen araştırma kümeleri arasında yer alması, klasik aerodinamik analiz yöntemlerinin veri odaklı algoritmalarla hibritleşmeye başladığını göstermektedir. Yoğunluk analizleri, temel fiziksel konuların literatürde belirli bir doygunluğa ulaştığını işaret ederken; makine öğrenmesi, optimizasyon teknikleri ve İnsansız Hava Araçları (UAV) uygulamalarının henüz keşfedilmeye açık "fırsat alanları" olduğunu doğrulamaktadır.

Sonuç olarak bu bibliyometrik analiz, düşük Reynolds sayısı aerodinamiği alanında çalışacak araştırmacılar için güncel bir yol haritası sunmaktadır. Gelecek araştırmaların, doygunluğa ulaşmış temel fiziksel tanımlamaları tekrar etmek yerine; aktif akış kontrol mekanizmaları, makine öğrenmesi destekli tahmin modelleri ve disiplinler arası optimizasyon stratejilerine odaklanmasının, alandaki bilimsel katkı potansiyelini artıracağı değerlendirilmektedir.

KAYNAKÇA

Altay, E., & Balım, A. G. (2024). VOSviewer application within the scope of bibliometric analysis: Literature review on the use of virtual laboratories in education. *Education Mind*. https://doi.org/10.58583/em.3.2.9

Dereli, A. B. (2024). VOSVIEWER İLE BİBLİYOMETRİK ANALİZ. *Communicata*. https://doi.org/10.32952/communicata.1517725

Dhanapalan, S., Raja, T., Gobinath, R., & Alaneme, G. U. (2025). Global Trends in Airframe Research using a Scientometric approach. *International Journal of Aeronautical and Space Sciences*. https://doi.org/10.1007/s42405-025-00968-w

Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. (2021). How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, *133*, 285–296. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070

Holman, J., & Fürst, J. (2021). Numerical simulation of separation induced laminar to turbulent transition over an airfoil. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, *394*, 113530. https://doi.org/10.1016/j.cam.2021.113530

Mo, Z., Fu, H., & Ho, Y. (2018a). Global development and trend of wind tunnel research from 1991 to 2014: a bibliometric analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, *25*(30), 30257–30270. https://doi.org/10.1007/s11356-018-3019-6

Mo, Z., Fu, H., & Ho, Y. (2018b). Highly cited articles in wind tunnel-related research: a bibliometric analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, *25*(16), 15541–15553. https://doi.org/10.1007/s11356-018-1766-z

Nandiyanto, N. a. B. D., Ragadhita, N. R., & Aziz, N. M. (2023). Involving particle Technology in Computational Fluid Dynamics Research: A bibliometric analysis. *CFD Letters*, *15*(11), 92–109. https://doi.org/10.37934/cfdl.15.11.92109

Windte, J., Scholz, U., & Radespiel, R. (2006). Validation of the RANS-simulation of laminar separation bubbles on airfoils. *Aerospace Science and Technology*, *10*(6), 484–494. https://doi.org/10.1016/j.ast.2006.03.008

Yang, C., Wallace, R. J., & Huang, C. (2024). A review and bibliometric analysis of unmanned Aerial System (UAS) noise studies between 2015 and 2024. *Acoustics*, *6*(4), 997–1020. https://doi.org/10.3390/acoustics6040055

Zhiyin, Y. (2014). Large-eddy simulation: Past, present and the future. *Chinese Journal of Aeronautics*, *28*(1), 11–24. https://doi.org/10.1016/j.cja.2014.12.007

Zupic, I., & Čater, T. (2014). Bibliometric methods in management and organization. *Organizational Research Methods*, *18*(3), 429–472. https://doi.org/10.1177/1094428114562629

HİDROFOBİK KAPLAMALARIN HIZLI BAĞLANTI ELEMANLARINDA KULLANIMI, KAPLİN PERFORMANSINA ETKİLERİ

Alev DEMİR
Tamsan Bağlantı Elemanları A.Ş. Gebze, Kocaeli
Ali KİBAR
Kocaeli Üniversitesi, Uzunçiftlik Nuh Çimento Meslek Yüksekokulu, Makine Mühendisliği Bölümü, Kocaeli
ORCID: 0009-0009-6958-4327

ÖZET

Bu çalışma, endüstriyel akışkan iletim sistemlerinde yaygın olarak kullanılan hızlı bağlantı kaplinlerinde nanoteknoloji temelli hidrofobik kaplamaların performansa olan etkilerini incelemektedir. Sıvı ve gaz akışkanlarının güvenli, hızlı ve verimli bir şekilde iletilmesini sağlayan bu kaplinler; hidrolik, pnömatik ve vakum sistemlerinin yanı sıra otomotiv, kimya, petrokimya, gıda, ilaç, enerji, makine imalatı ve özellikle savunma sanayisi gibi pek çok kritik sektörde önemli bir yere sahiptir. Çalışmanın temel hedefi, kaplin yüzeylerinde zamanla oluşabilecek korozyonun önüne geçmek, bakım gereksinimlerini azaltmak ve sistemlerin genel güvenilirliğini artırmaktır. Hidrofobik kaplamaların su ve nem tutunmasını engelleyen yapısı, korozyon sürecinin başlamasını büyük ölçüde geciktirmenin yanında yüzey sürtünmesini azaltarak aşınma direncini artırmaktadır. Bu özellikler, sistemde partikül birikiminin azaltılmasına, basınç kayıplarının en aza indirilmesine ve akış performansının daha kararlı hâle gelmesine katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte, hidrofobik kaplamaların düşük sıcaklıklarda donma riskine karşı sunduğu ek koruma, özellikle soğuk iklim koşullarında çalışan sistemler açısından önemli bir avantaj sunmaktadır. Gıda, ilaç ve sağlık sektörlerinde ise bu kaplamaların temizlenebilirlik ve yüzey bütünlüğü açısından sağladığı üstünlükler, onları geleneksel kaplama yöntemlerine kıyasla daha hijyenik ve sürdürülebilir bir seçenek hâline getirmektedir. Sonuç olarak, bu çalışma, nanoteknoloji tabanlı hidrofobik kaplamaların endüstriyel ve savunma uygulamalarında kullanılan bağlantı elemanları için yenilikçi, güvenilir ve yüksek verimlilik sunan stratejik bir çözüm olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Hızlı Bağlantı Elemanı, Hidrofobik Kaplama, Nano Teknoloji, Korozyon Direnci

THE USE OF HYDROPHOBIC COATINGS IN QUICK-CONNECTION COMPONENTS AND THEIR EFFECTS ON COUPLING PERFORMANCE

ABSTRACT

This study investigates the effects of nanotechnology-based hydrophobic coatings on the performance of quick connection couplings widely used in industrial fluid transmission systems. These couplings, which ensure the safe, rapid, and efficient transfer of liquid and gas media, hold significant importance in hydraulic, pneumatic, and vacuum systems, as well as in critical sectors such as automotive, chemical, petrochemical, food, pharmaceutical, energy, machinery manufacturing, and particularly the defense industry. The main objective of the study is to prevent corrosion that may occur on coupling surfaces over time, reduce maintenance requirements, and enhance overall system reliability. The ability of hydrophobic coatings to repel water and moisture significantly delays the onset of corrosion while simultaneously reducing surface friction and increasing wear resistance. These characteristics contribute to minimizing particle accumulation, reducing pressure losses, and achieving more stable flow performance. Additionally, the protection offered by hydrophobic coatings against freezing at low temperatures provides a notable advantage for systems operating in cold climates. In the food, pharmaceutical, and healthcare industries, the superior cleanability and surface integrity provided by these coatings make them a more hygienic and sustainable alternative compared to traditional coating methods. In conclusion, the study demonstrates that nanotechnology-based hydrophobic coatings offer an innovative, reliable, and highly efficient solution for connection components used in industrial and defense applications.

Keywords: Quick Connect Coupling, Hydrophobic Coating, Nanotechnology, Corrosion Resistance

1. GİRİŞ

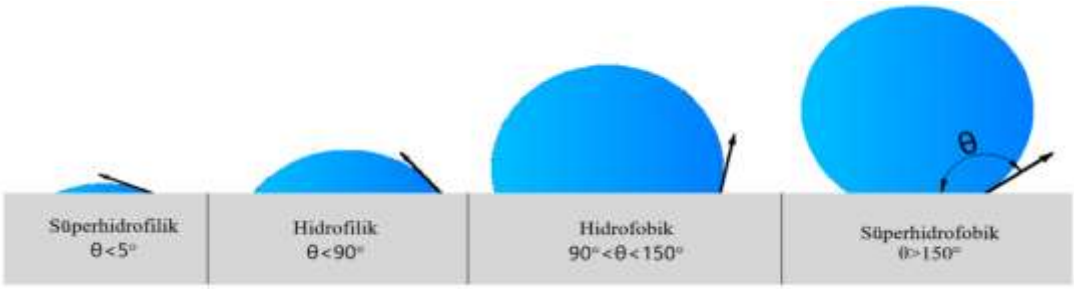
Şekil 1’de gösterilen hızlı bağlantı elemanları, endüstriyel mekanik ve akışkan iletim sistemlerinin temel bileşenleri arasında yer almaktadır (Karadağ ve diğ, 2025). Bu elemanlar sistemlerin güvenli, verimli ve uzun ömürlü çalışmasını sağlamaktadırlar. Özellikle hidrolik, pnömatik ve vakum sistemlerinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Otomotiv, havacılık, enerji, kimya, makine imalatı ve savunma sanayisi gibi yüksek güvenilirlik gerektiren sektörlerde vazgeçilmezdir. Ancak bu bağlantı elemanları, çalışma ortamları gereği nem, sıcaklık değişimleri, aşındırıcı partiküller ve kimyasal maddeler gibi olumsuz çevresel etkilere maruz

kalmaktadır (He ve diğ., 2025). Bu etkenler, metal yüzeylerde korozyon ve aşınmaya yol açarak sistem güvenliğini tehdit etmekte, bakım ve parça değişim maliyetlerini artırmaktadır.



Şekil 1. Hızlı bağlantı elemanları.

Son yıllarda nanoteknoloji alanındaki gelişmeler, malzeme yüzeylerinin atomik ve nano ölçekte modifiye edilmesine olanak sağlamıştır (Das ce ark., 2025). Bu bağlamda geliştirilen süperhidrofobik kaplamalar, yüzeylerin suya karşı yüksek iticilik göstermesini sağlayarak su damlalarının yüzeyle temasını en aza indirmektedir (Kibar, 2016). Şekil 2'de katı yüzeyinin temas açısı yüzeyin ıslanabilirlik özelliğini göstermektedir (Webb ve diğ., 2014; Kibar ve Yiğit, 2018). Süperhidrofobik yüzeylerde yüksek temas açısı sayesinde suyun yüzey üzerinde birikmesi engellenmekte, metal yüzeyin nemle uzun süreli teması önlenerek oksidasyon ve korozyon süreçleri önemli ölçüde geciktirilebilmektedir. Ayrıca nano ölçekli yüzey pürüzlülüğü, sürtünmenin azalmasına ve aşınma direncinin artmasına katkı sağlamaktadır.



Şekil 2. Hidrofobik kaplama yüzey temas açısı değerleri.

Literatürde hidrofobik kaplamalar üzerine yapılan çalışmalar; taramalı elektron mikroskobu ve atomik kuvvet mikroskobu analizleriyle kaplamaların nano ölçekli morfolojisinin su iticilik

performansı üzerindeki rolünü ortaya koymaktadır. Sol-gel, sprey kaplama, kimyasal buhar biriktirme ve elektroforetik kaplama gibi farklı yöntemlerin karşılaştırıldığı çalışmalarda, kaplamalı yüzeylerin kaplamasız yüzeylere kıyasla daha fazla oranda yüksek korozyon direnci sergilediği raporlanmıştır (Wang ve Bierwagen,. 2009). Ancak kaplamaların uzun süreli mekanik dayanıklılığı ve özellikle hızlı bağlantı elemanları gibi yüksek yük altında çalışan parçalardaki performansı literatürde yeterince ele alınmamıştır.

Bu çalışmanın amacı, nanoteknoloji ile geliştirilmiş süperhidrofobik kaplamaların hızlı bağlantı elemanları, özellikle kaplinler üzerindeki etkilerini incelemektir. Çalışma kapsamında kaplamaların su iticilik performansı, korozyon direnci ve mekanik dayanıklılık üzerindeki katkıları deneysel olarak değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlar literatürdeki benzer çalışmalarla karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, hidrofobik kaplamaların endüstriyel ve savunma uygulamalarında güvenilir, uzun ömürlü ve ekonomik bir yüzey çözümü sunduğunu ortaya koymaktadır.

2. MALZEME VE YÖNTEM

Şekil 3'te testlere tabi tutulan bağlantı elemanı gösterilmektedir. Hızlı bağlantı elemanlarında kullanılan kaplamaların etkinliği yalnızca korozyon direnci ile sınırlı olmamaktadır. Kaplin gibi yüksek tork ve yük altında çalışan elemanlarda, kaplamanın yüzeye güçlü bir şekilde tutunması, operasyon sırasında çatlama, soyulma veya mekanik zayıflama oluşturmaması büyük önem taşımaktadır. Nanoteknoloji tabanlı kaplamalar, ince film yapıları sayesinde mekanik dayanıklılığı korurken aynı zamanda yüzeye hidrofobik özellik kazandırarak bu gereksinimleri karşılamaktadır. Bunun yanı sıra düşük sıcaklıklarda donma riskini azaltması, soğuk iklim koşullarında çalışan sistemler için ek bir avantaj sunmaktadır.



Şekil 3. Test edilen kaplin.

Çalışmada, hızlı bağlantı kaplinleri üzerine nanoteknoloji tabanlı hidrofobik kaplamalar uygulanmıştır. Kaplamalar, sprey kaplama yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Deneysel

değerlendirmeler, su iticilik performansı, korozyon direnci ve mekanik dayanıklılık testlerini içermektedir. Korozyon direnci, tuz püskürtme testleri ile ölçülmüş; yüzey analizleri ise SEM ve AFM teknikleriyle yapılmıştır.

Kaplamanın Uygulanması: Hızlı bağlantı kaplinlerinin yüzeyleri kaplama öncesinde yağ, kir ve oksit tabakalarından arındırmak amacıyla sırasıyla solvent ile temizlenmiş ve basınçlı hava ile kurutulmuştur. Hidrofobik kaplama, ticari olarak temin edilen nanoteknoloji tabanlı bir kaplama malzemesi kullanılarak sprey kaplama yöntemiyle uygulanmıştır. Kaplama sonrası numuneler, oda sıcaklığında kürlenmeye bırakılmıştır.

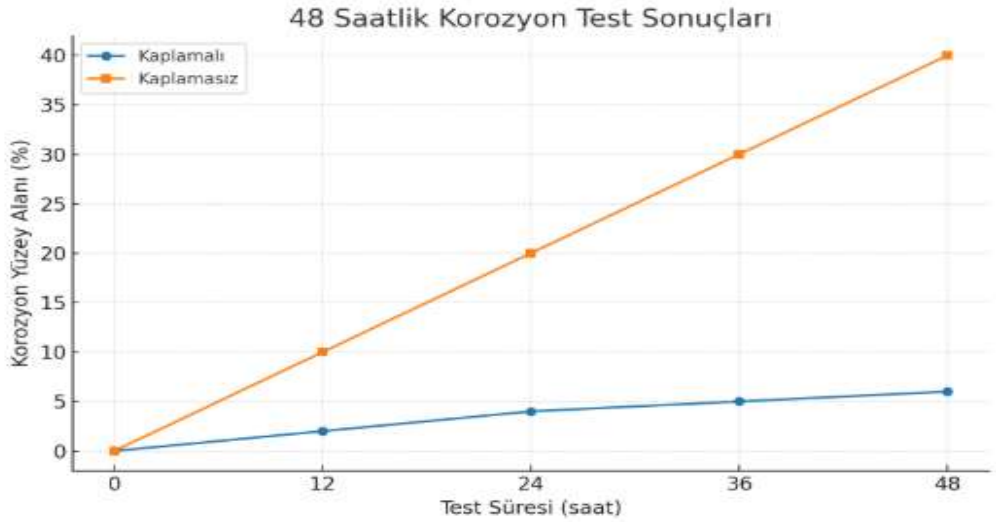
Su Temas Açısı Ölçümü: Kaplamalı ve kaplamasız yüzeylerin su iticilik özellikleri, statik su temas açısı ölçümleri ile değerlendirilmiştir. Ölçümler, her numune için farklı noktalardan alınan en az beş tekrarın ortalaması olarak raporlanmıştır.

Korozyon Testi: Korozyon direnci, ASTM B117 standardına uygun olarak gerçekleştirilen tuz püskürtme testleri ile belirlenmiştir. Numuneler 48 saat boyunca test ortamında tutulmuş ve yüzeylerde oluşan korozyon hasarı görsel ve nicel olarak değerlendirilmiştir.

Mekanik Dayanıklılık: Kaplamanın mekanik dayanıklılığı, kaplinlerin normal çalışma koşullarını temsil eden tork ve montaj yükleri altında gözlemlenmiştir. Testler sonrasında kaplamada çatlama, soyulma veya yüzeyden ayrılma olup olmadığı incelenmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

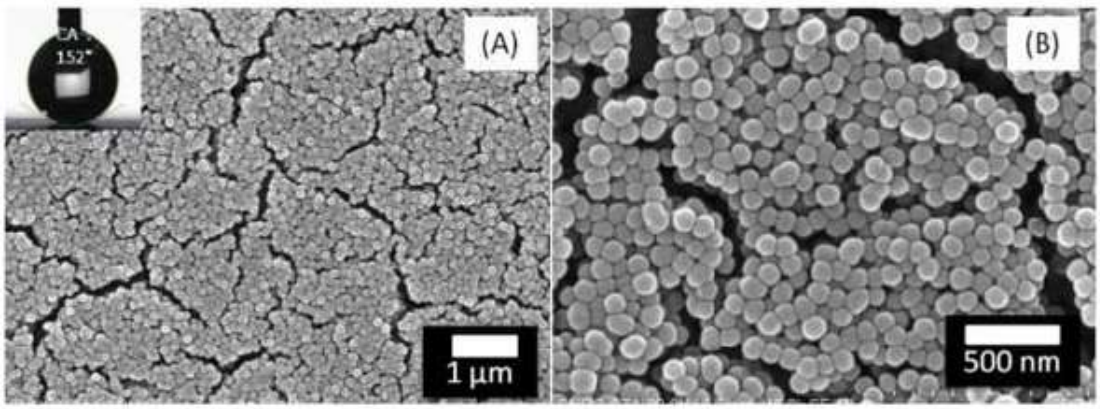
Şekil 4'te 48 saatlik korozyon test sonuçlarının karşılaştırmalı grafiği gösterilmektedir. Korozyon testleri sonucunda, kaplamalı kaplinlerin yüzeyinde korozyon oluşumu minimum seviyede gözlemlenirken, kaplamasız yüzeylerde ciddi korozyon izleri oluşmuştur. Tuz püskürtme testlerinin 48 saatlik periyodu sonunda kaplamalı yüzeyler, kaplamasız yüzeylere kıyasla yaklaşık %80 daha yüksek korozyon direnci göstermiştir. Bu bulgu, nanoteknolojik kaplamaların metal yüzeylerin çevresel etkilere karşı korunmasında etkin bir çözüm olduğunu ortaya çıkmaktadır.



Şekil 4. 48 saatlik korozyon test sonuçlarının karşılaştırmalı grafiği.

Deneysel bulgular, kaplamanın nanoyapısının hızlı bağlantı elemanlarının performansını belirlemede kritik rol oynadığını göstermektedir. Kaplamalı yüzeylerde su iticilik performansı, özellikle yüksek temas açısı ile desteklenmiş ve yüzeyin korozyon direnci önemli ölçüde artırılmıştır. Mekanik dayanıklılık üzerinde gözlenen etkisizlik, kaplamanın ince film yapısı ve homojen dağılımıyla açıklanabilir. Kaplamanın yüksek tork ve çekme altında bile yüzeyden ayrılmaması, endüstriyel uygulamalarda güvenilirliğini artırmaktadır.

Şekil 5'te kaplama öncesi ve sonrası yüzey görüntüleri gösterilmektedir. Nano teknoloji ile geliştirilmiş süper hidrofobik kaplamalar, hızlı bağlantı elemanlarının su iticilik, korozyon direnci ve mekanik dayanıklılık performansını bütüncül olarak iyileştirmektedir. Kaplamalar, metal yüzeyin çevresel etkilere karşı korunmasını sağlarken, mekanik özellikleri korumakta ve endüstriyel uygulamalarda güvenle kullanılabilmektedir.



Şekil 5. Kaplama öncesi ve sonrası yüzey görüntüleri.

4. SONUÇLAR

Bu çalışma, hızlı bağlantı kaplinlerinde nanoteknoloji temelli hidrofobik kaplamaların kullanımının operasyonel verimlilik ve sistem güvenliği üzerindeki stratejik önemini ortaya koymuştur. Elde edilen temel sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

- Hidrofobik kaplamalar, 48 saatlik tuz püskürtme testlerinde korozyon direncini %80 oranında artırarak metal yüzeylerin çevresel etkilere karşı korunmasında geleneksel yöntemlere kıyasla daha etkin bir çözüm sunmuştur.
- Kaplamaların yüksek tork ve mekanik yükler altında yapısal bütünlüğünü koruması, hızlı bağlantı elemanları gibi dinamik parçalarda güvenle uygulanabileceğini göstermiştir.
- Kaplamalı elemanların kullanımı; bakım gereksinimlerinin azalmasına, parça değişim maliyetlerinin düşmesine ve sistem genel güvenilirliğinin artmasına doğrudan katkı sağlamaktadır.
- Hidrofobik yüzeylerin sunduğu temizlenebilirlik ve düşük sıcaklıklarda donma riskine karşı direnç, özellikle gıda, ilaç ve soğuk iklim operasyonları için kritik avantajlar barındırmaktadır.

Sonuç olarak, bu bulgular nanoteknolojik kaplamaların endüstriyel ve savunma uygulamalarında kullanılan bağlantı elemanları için yenilikçi ve yüksek performanslı bir standart oluşturma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir..

KAYNAKÇA

Das, H. S., Basak, A., & Maity, S. (2025). Materials science and nanotechnology. In Innovations in Energy Efficient Construction Through Sustainable Materials (pp. 175-206). IGI Global.

He, Z., Zhang, N., Xie, Z., Ma, C., Han, C., Zhang, F., ... & Alarifi, S. S. (2025). Study on stress corrosion behavior and failure mechanism of galvanized bolts in complex coal mine environments. Journal of Materials Research and Technology, 34, 1759-1776.

Karadağ, M. A., Göklüberk, P., & Kibar, A. (2025). Experimental and numerical investigation of flow and pressure drop in hydraulic quick connect couplings. Flow Measurement and Instrumentation, 102960.

Kibar, A. (2016). An investigation of droplet bubble and liquid jet dynamics on superhydrophobic and hydrophobic surfaces. Pamukkale University Journal Of Engineering Sciences-Pamukkale Universitesi Muhendislik Bilimleri Dergisi, (7).

Kibar, A., & Yiğit, K. S. (2018). The spreading profile of an impinging liquid jet on the hydrophobic surfaces. Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences, 36(3), 609-618.

Wang, D., & Bierwagen, G. P. (2009). "Sol–gel coatings for metal corrosion protection". Progress in Organic Coatings, 64(4), 327-338.

Webb, H. K., Crawford, R. J., & Ivanova, E. P. (2014). Wettability of natural superhydrophobic surfaces. Advances in colloid and interface science, 210, 58-64.

FOTOVOLTAİK TEMELLİ DA/DA YÜKSELTEN DÖNÜŞTÜRÜCÜ İÇİN MPPT DESTEKLİ GA OPTİMİZASYONLU PI DENETİMİ İLE PERFORMANS ANALİZİ

İlyas YAMAÇ
Van Yüzüncü Yıl University, Institute of Science, Department of Electrical and Electronics Engineering, 65080 Tuşba, Van
ORCID: 0009-0005-0745-718X
Hasan ÜZMUŞ
Van Yüzüncü Yıl University, Institute of Science, Department of Electrical and Electronics Engineering, 65080 Tuşba, Van
ORCID: 0000-0001-7851-0041

ÖZET

Yenilenebilir enerji tabanlı güç sistemlerinin verimli ve kararlı çalışabilmesi, bu sistemlerde kullanılan güç elektroniği dönüştürücülerinin doğru ve etkin bir biçimde kontrol edilmesine bağlıdır. Fotovoltaik (FV) panellerle beslenen yükselten tip DC/DC dönüştürücülerde, çıkış geriliminin istenen seviyede tutulması için hassas bir denetim yapısına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, dönüştürücü çıkış gerilimini düzenleyen PI denetleyicisinin kazançlarının en uygun şekilde belirlenmesi amacıyla Genetik Algoritma'nın (GA) küresel arama yeteneğinden yararlanılmıştır. GA'nın, doğrusal olmayan FV tabanlı dönüştürücü yapılarında optimum PI parametrelerini etkin biçimde belirleyebilmesi, sistemin dinamik kararlılığının artırılmasına önemli katkı sağlamaktadır.

Çalışmada ayrıca, MPPT algoritması tarafından üretilen referans gerilimin gerçek çıkış gerilimiyle karşılaştırılmasından elde edilen hata büyüklüğünün hem PI denetleyicisinin yönlendirilmesinde hem de GA optimizasyon sürecine temel oluşturmasında kullanılması amaçlanmıştır. Bu yapı sayesinde, MPPT yöntemi ile GA tabanlı optimize PI kontrolcü birlikte çalışarak FV girişli sistemde güç aktarım verimliliğinin artırılması hedeflenmiştir.

Araştırmada üç farklı performans kriteri ITAE, IAE ve ISE birbirinden bağımsız olacak şekilde ele alınmış; bu ölçütlere göre optimize edilen PI denetim yapılarının sistem tepkileri karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Böylece, farklı hata fonksiyonlarının dönüştürücünün geçici rejim davranışı üzerindeki etkileri ortaya konmuştur. Simülasyon bulguları, GA ile optimize edilmiş PI ve MPPT yaklaşımının FV tabanlı yükselten DA/DA dönüştürücüde gerilim regülasyonunu iyileştirdiğini, dinamik tepkileri daha kararlı hâle getirdiğini ve genel sistem performansını belirgin ölçüde artırdığını göstermektedir.

Elde edilen sonuçlar, GA tabanlı kontrol tasarımının FV destekli güç dönüştürücülerinde etkili ve yüksek performanslı bir yaklaşım sunduğunu doğrulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Fotovoltaik (FV) Sistemler; Yükselten Dönüştürücü; Genetik Algoritma (GA); PI Denetimi; MPPT; Performans Optimizasyonu.

PERFORMANCE ANALYSIS OF MPPT WITH GA OPTIMIZED PI CONTROLLER FOR PHOTOVOTAIC BASED DC/DC BOOST CONVERTER

ABSTRACT

The efficient and stable operation of renewable energy-based power systems depends heavily on the accurate and effective control of power electronic converters. The maintaining the output voltage at the desired level requires a highly precise control structure for PV based DC/DC boost converters. This study employs the global search capability of Genetic Algorithms (GA) to optimally tune the gains of a PI controller responsible for regulating the converter output voltage. The ability of GA to determine optimal PI parameters in nonlinear PV based converter structures significantly enhances the system's dynamic stability.

Additionally, the error signal obtained by comparing the reference voltage generated with the MPPT algorithm and the output voltage is utilized for PI controller and the GA optimization process. The combination of MPPT and GA-optimized PI controller aims to improve power transfer efficiency for PV based systems.

Three performance criteria ITAE, IAE, and ISE are independently evaluated, and the system responses obtained with PI controllers optimized according to these metrics are comparatively analyzed. This approach presents the effects of different error functions for the transient behavior of the proposed converter. The simulation results demonstrate, the GA-optimized PI and MPPT based strategy improves voltage regulation, enhances dynamic response stability, and significantly increases overall system performance for PV based DC/DC boost converter. The results confirm, GA-based control design offers an effective and high-performance solution for PV based power conversion systems.

Keywords: Photovoltaic (PV) Systems; Boost Converter; Genetic Algorithm (GA); PI Control; MPPT; Performance Optimization.

1. GİRİŞ

Artan enerji ihtiyacı, çevresel kaygılar ve sürdürülebilir enerji politikaları, yenilenebilir enerji kaynaklarının önemini dünya genelinde artırmıştır. Bu kaynaklar arasında güneş enerjisi,

sınırsız yapısı, çevre dostu olması ve hızla gelişen fotovoltaik (FV) teknolojileriyle ön plana çıkmaktadır. FV panellerin çıkışı ışınım ve sıcaklığa bağlı olarak değişken olduğundan, elde edilen gücün verimli şekilde kullanılabilmesi için uygun güç elektroniği dönüştürücüleri ve kararlı kontrol yöntemleri zorunludur (Hussain ve ark., 2024).

FV sistemlerde doğru akım (DA) formundaki panel gerilimini istenilen düzeydeki DA formdaki bir gerilim seviyesine ayarlayabilmek için yükseltmek için DA/DA güç dönüştürücülerine ihtiyaç vardır. FV sistem çıkış gerilimini yükseltebilmek amacıyla DA/DA yükselten dönüştürücü yaygın biçimde tercih edilir.

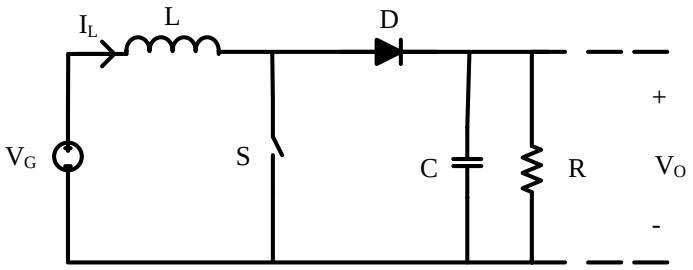
Güneş ışınımlarını elektrik enerjisine dönüştüren FV sistemden maksimum güç sağlayabilmek için MPPT kontrol yöntemine ihtiyaç vardır. Bu yöntem sayesinde sistemin beslediği yüke göre FV sistem maksimum güç noktasında çalışmaya zorlanmaktadır. DA/DA yükselten dönüştürücü ve MPPT kontrol yöntemi bir arada kullanılmasıyla FV sistemlerin verimi arttırılmaktadır (Endiz ve ark., 2025).

DA/DA yükselten dönüştürücü doğrusal olmayan dinamiklere sahiptir ve çıkış geriliminin hızlı, kararlı ve düşük aşım ile regülasyonu, uygun kontrolcünün uygun parametrelerle ayarlanmasına bağlıdır. Giriş gücünün MPPT ile maksimum seviyede tutulmasının yanında çıkış geriliminin de istenilen düzeyde olması beklenir. PI kontrolcü ile çıkış gerilimi kontrolünün yapılabilmesi için doğru kontrol katsayılarına ihtiyaç vardır (Wang, 2020). Geleneksel yöntemlerle PI kontrol katsayılarının belirlenmesi değişken yapılı FV sistemlerde her zaman optimum performansı sağlayamadığından, yeni nesil optimizasyon yöntemleri giderek daha fazla kullanılmaktadır.

Bu çalışmada; MPPT ve PI seri olarak bağlandığı FV temelli DA/DA yükselten dönüştürücünün kontrol edildiği bir sistem önerilmiştir. Önerilen sistem, MPPT ile maksimum güç noktasında çalıştırılırmıştır. Ayrıca MPPT ile önerilen sistem için bir referans gerilim değeri üretilmiştir. Üretilen bu referans gerilim ve önerilen sistemin çıkış gerilimi karşılaştırılarak bir hata sinyali elde edilmiştir. Hata sinyali, üç tane farklı maliyet fonksiyonu ile genetik algoritma (GA) sayesinde optimize edilerek PI kontrolcü için üç tane farklı kontrol katsayısı belirlenmiştir. Bu çalışmanın amacı önerilen sistem MPPT ile maksimumu güç noktasında çalıştırılırken sistemin çıkış gerilim değerinin istenilen değere yükseltilebilmesi için kullanılan PI kontrolcünün oransal (Kp) ve integral (Ki) katsayılarının GA'da kullanılan ITAE, IAE ve ISE gibi maliyet fonksiyonlarıyla optimize edilmesi ve performanslarının karşılaştırılmasıdır.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

DA/DA yükselten dönüştürücü devresinde dönüştürücünün yük gerilimi yani devrenin çıkış gerilimi girişte uygulanan gerilim değerinden daha yüksek olur. DA/DA devresi en temelde Şekil 1'de gösterildiği gibi beş adet devre elemanından oluşmaktadır: Bir anahtarlama elemanı, bir diyot, bir kondansatör, bir bobin ve DA gerilim veren kaynak (Üzmuş ve ark., 2023). Dönüştürme oranı Eş. (1)'de verilmiştir.

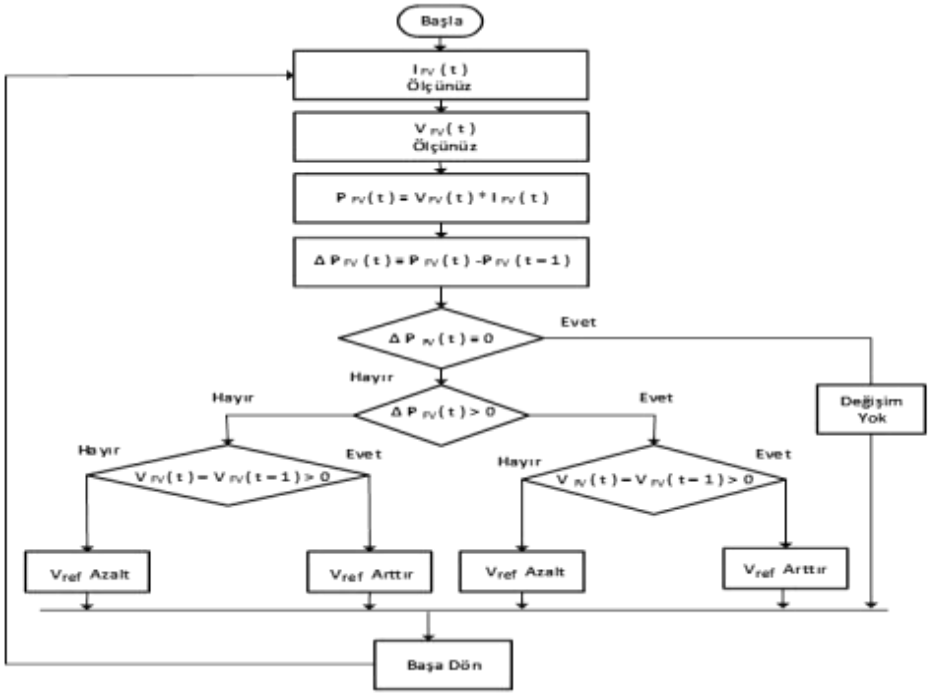


Şekil 1. DA/DA yükselten dönüştürücü

$$\frac{V_O}{V_G} = \frac{1}{1-d} \tag{1}$$

Şekil 1'de verilen dönüştürücünün girişine güneş ışınlarını elektrik enerjisine dönüştüren FV panel güç kaynağı olarak bağlanmıştır. FV panelin yapısı, matematiksel modeli ve eşdeğer devresi Üzmuş ve ark., 2024 yılında yaptığı çalışmada detaylı olarak verilmiştir.

Girişine FV panel bağlanan sistemin yüke bağlı olarak maksimum güç çekebilmesi için MPPT kontrol yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışmada MPPT kontrol yöntemiyle ayrıca referans çıkış gerilimi üretilmiştir. Kullanılan MPPT kontrol yönteminin akış diyagramı Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. MPPT kontrol akış diyagramı

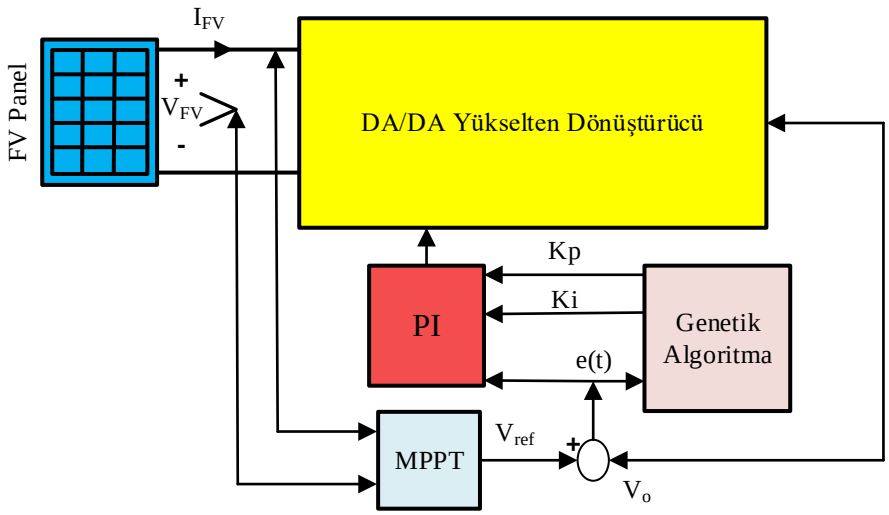
MPPT kontrolcü tarafından üretilen referans gerilim ile sistemin çıkış gerilimi PI kontrolcüyle sağlanmıştır. PI kontrolcünün katsayılarının (Kp ve Ki) belirlenebilmesi için GA optimizasyon yöntemi kullanılmıştır. GA optimizasyon yönteminde ITAE (zaman ağırlıklı mutlak hatanın toplamı (Integral Time-weighted Absolute Error)), IAE (mutlak hatanın toplamı (Integral Absolute Error)) ve ISE (hata karelerinin toplamı (Integral Squared Error)) gibi maliyet fonksiyonları kullanılmaktadır (Campo, 2012). Bu çalışmada ITAE, IAE ve ISE maliyet fonksiyonları her biri ile hata ayrı ayrı işlenerek GA ile uygun oransal (Kp) ve integral (Ki) katsayıları belirlenmiştir. ITAE, IAE ve ISE maliyet fonksiyonlarının hesaplama yöntemleri aşağıda verilmiştir (Kılıç ve Özdemir, 2019).

$$f(ITAE) = \int_0^T t|e(t)|\,\mathrm{dt} \tag{2}$$

$$f(IAE) = \int_0^T |e(t)|\,\mathrm{dt} \tag{3}$$

$$f(ISE) = \int_0^T e^2(t)\,\mathrm{dt} \tag{4}$$

Girişinde FV panelin kaynak olarak kullanıldığı DA/DA yükselten dönüştürücü maksimum güç noktasında çalıştırılıp çıkış geriliminin GA'nın üç ayrı maliyet fonksiyonu (ITAE, IAE ve ISE) ile hesaplana Kp ve Ki sayesinde PI kontrolcü tarafından kontrol edildiği sistem önerilmiştir. Önerilen bu sistem şekil 3'de verilmiştir.

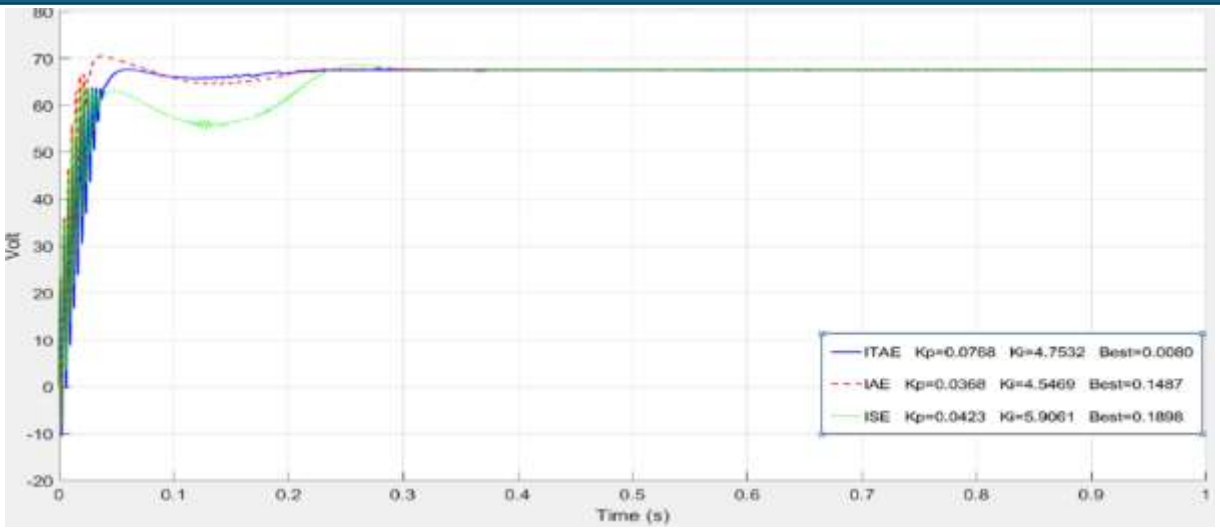


Şekil 3. Önerilen sistem

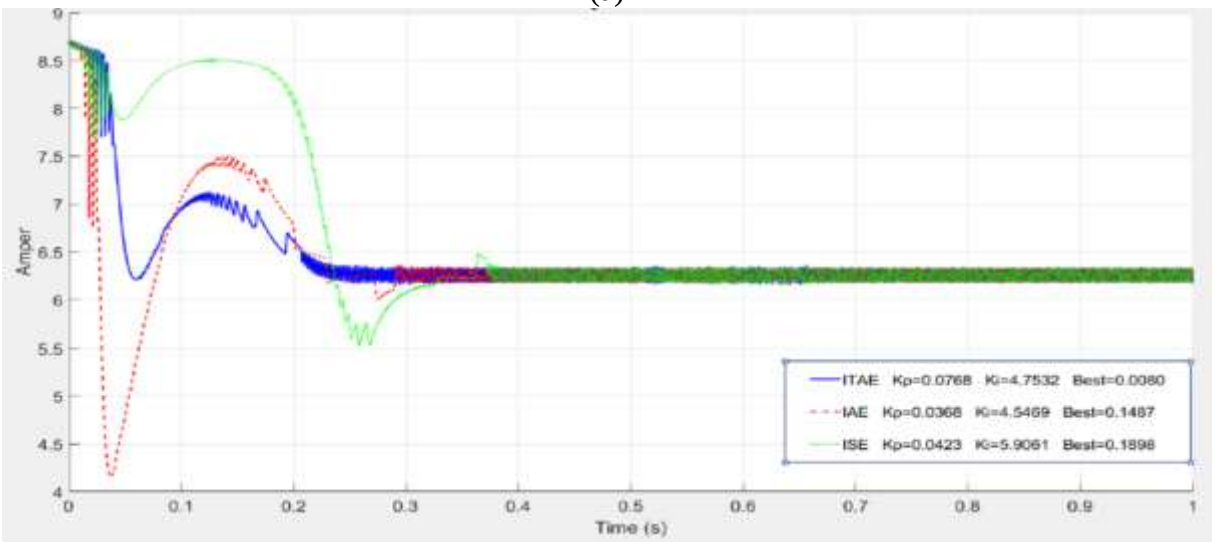
Şekil 3'de verilen sistemin benzetim çalışmaları MATLAB/Simulink ortamında yapıldı. Giriş gerilimi V_{FV} 68 olan sistemin çıkışında 200 V elde edilmiştir ve 400 W'lık bir yük beslenmiştir. Verilen maliyet fonksiyonları ile GA sayesinde elde edilen katsayılarla çalıştırılan sistemde elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir. Tablo 1'de optimize edilen PI kazançları verilmiştir. Sistemin girişine ait simülasyon sonuçları Şekil 4'de verilmiştir. Çıkışa ait simülasyon sonuçları Şekil 5'de sunulmuştur.

Tablo 1. Optimum PI kazançları

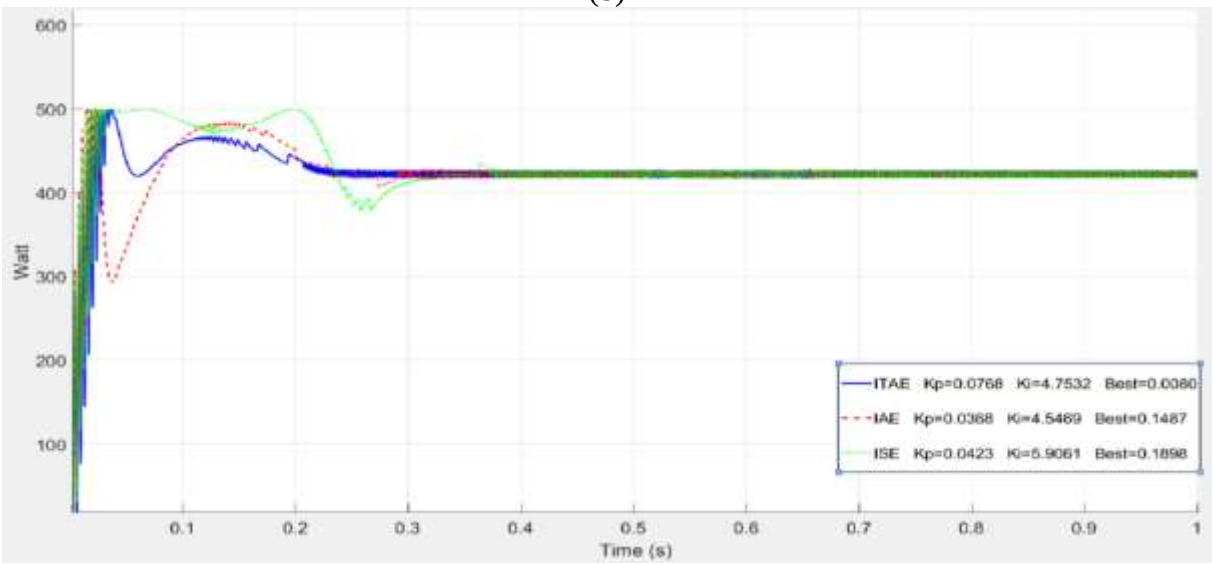
Kriter	**Kp**	**Ki**	**En İyi Maliyet (Cost)**	**Yerleşme Süresi (s.)**
ITAE	0.078	4.7532	0.0080	0.225
IAE	0.368	4.5469	0.1487	0.286
ISE	0.0423	5.9061	0.1898	0.300



(a)

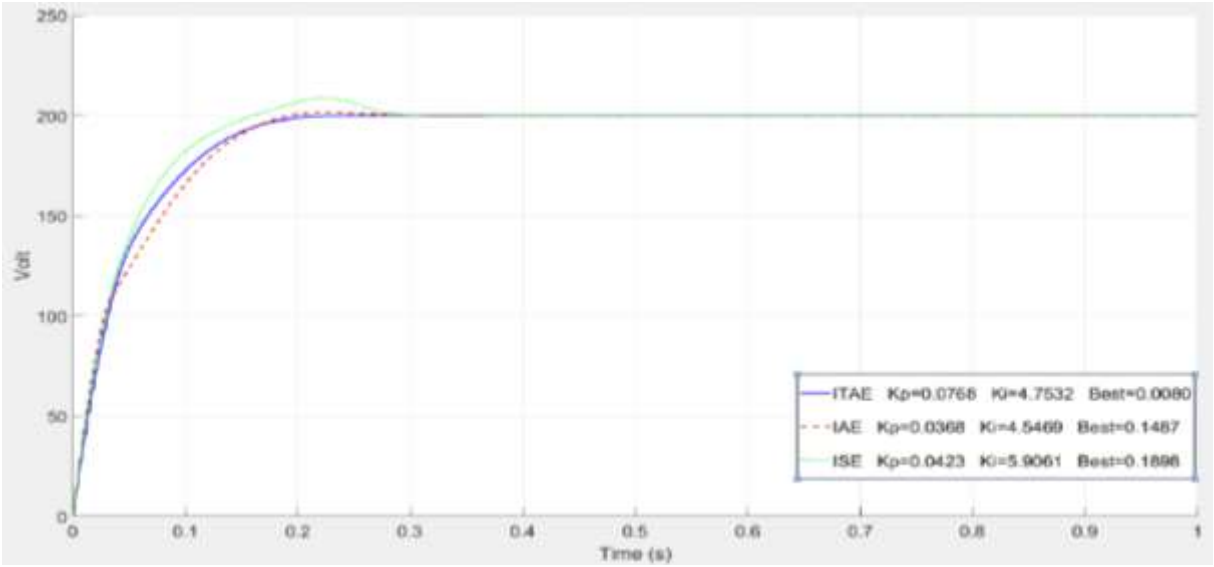


(b)

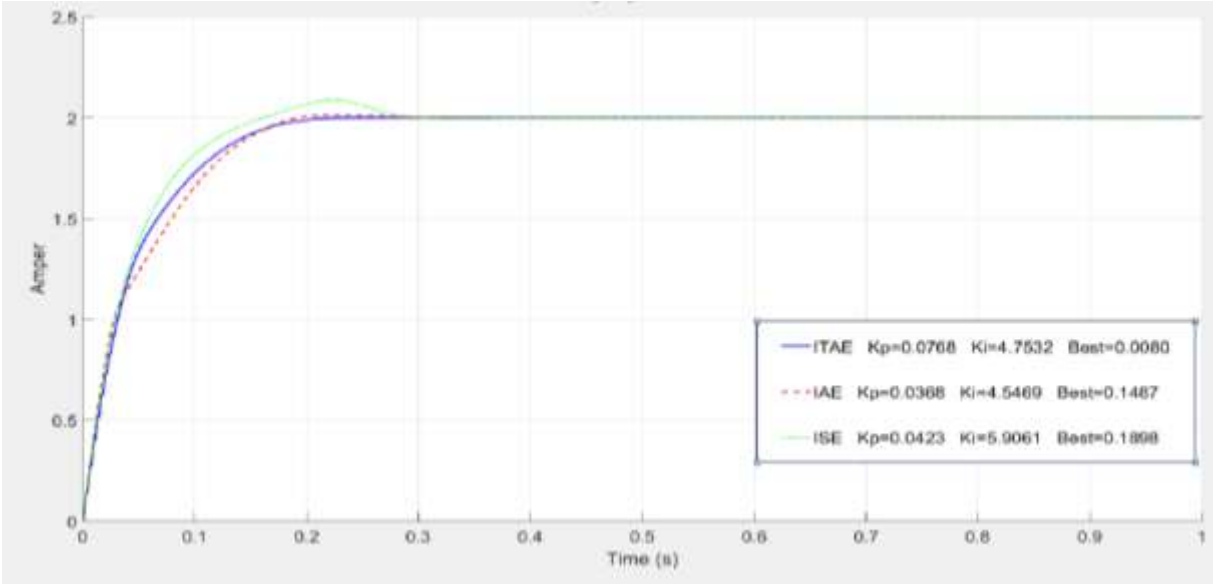


(c)

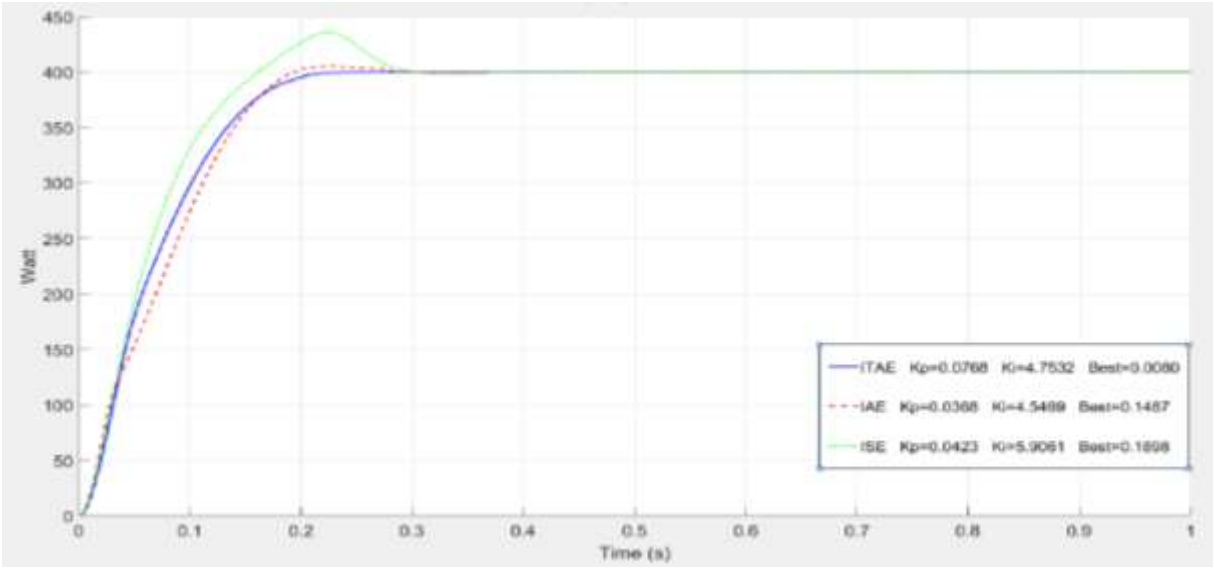
Şekil 4. FV panelin (a) Gerilim, (b) Akım ve (c) Güç değerleri


Volt
Time (s)
ITAE Kp=0.0768 Ki=4.7532 Best=0.0080
IAE Kp=0.0368 Ki=4.5469 Best=0.1487
ISE Kp=0.0423 Ki=5.9061 Best=0.1898

(a)


Amper
Time (s)
ITAE Kp=0.0768 Ki=4.7532 Best=0.0080
IAE Kp=0.0368 Ki=4.5469 Best=0.1487
ISE Kp=0.0423 Ki=5.9061 Best=0.1898

(b)



(c)

Şekil 4. Çıkış (a) Gerilim, (b) Akım ve (c) Güç değerleri

3. SONUÇ

Elde edilen benzetim sonuçları incelendiğinde genetik algoritmayla yapılan optimizasyonlarda ITAE maliyet fonksiyonu kullanılarak elde edilen Kp ve Ki değerleriyle çalıştırılan sitemin daha hızlı olduğunu Tablo 1' de görülmektedir. Ayrıca Şekil 4' de verilen giriş değerleri ve Şekil 5'de verilen çıkış değerlerinde de görüleceği üzere ITAE maliyet fonksiyonunun kullanılması diğer iki maliyet fonksiyonuna göre en kısa yerleşme süresini, daha düşük aşımı, daha kararlı çıkış ve giriş davranışını, daha hızlı ve verimli sonuçlar sağlamıştır. Böylece bu sistem için ITAE maliyet fonksiyonlu genetik algoritmanın kullanılması daha uygundur. Ayrıca girişte kullanılan FV panel de MPPT sayesinde maksimum güç noktasında çalıştırılmıştır. Bu çalışma ile seri MPPT ve PI beraber kullanılmasıyla çıkış ve giriş parametreleri beraber kontrol edilerek hem yük hem de kaynak tarafında kontrol sağlanmıştır. Bu çalışmada iki önemli konu söz konusudur. Birincisi PI katsayılarını belirlemek için genetik algoritma kullanılmıştır. İkinci olarak da FV sistem maksimum güçte çalışmaya zorlanırken çıkıştaki gerilim de kontrol edilmişti. Gelecek çalışmalarında bu sisteme uygulanan kontrol yönteminin farklı yapıdaki dönüştürücülerin kullanıldığı diğer yenilenebilir enerji sistemleri için kullanılmasıdır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, FYD-2025-11644 proje numarasıyla Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonu (VAN YYU-BAP) tarafından desteklenmiştir. Yazarlar, VAN YYU-BAP'a desteklerinden dolayı teşekkürlerini sunar.

REFERENSLAR

Hussain, M. N., Zaman, M. R., Halim, M. A., Ali, M. S., & Khan, M. Y. A. (2024). A comprehensive review of renewable and sustainable energy sources with solar photovoltaic electricity advancement in Bangladesh. *Control Systems and Optimization Letters*, *2*(1), 1-7

Endiz, M. S., Gökkuş, G., Coşgun, A. E., & Demir, H. (2025). A review of traditional and advanced MPPT approaches for PV systems under uniformly insolation and partially shaded conditions. *Applied Sciences*, *15*(3), 1031

Wang, L. (2020). *PID control system design and automatic tuning using MATLAB/Simulink*. John Wiley & Sons.

Uzmuş, H., Genc, N., & Celik, M. A. (2023). DSP based hybrid control method for PV systems. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 38(4), 2251-2260.

Uzmus, H., Genc, N., & Celık, M. A. (2023). The modified MPPT for PV system with interleaved hybrid DC-to-DC boost converter. Electric Power Components and Systems, 51(1), 46-58.

Kılıç, E., & Özdemir, M. T. (2019). Güç sistemlerindeki optimum otomatik gerilim regülasyonu için çoklu amaç fonksiyonunun belirlenmesi. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, *10*(1), 1-12.)

Campo, A. B. (2012). PID Control Design. Içinde MATLAB-A Fundamental Tool for Scientific Computing and Engineering Applications.

PEM YAKIT HÜCRESİ TEMELLİ DA-DA HİBRİT YÜKSELTEN DÖNÜŞTÜRÜCÜ DEVRESİNİN AKIM VE GERİLİM KONTROLÜ

Kübra Nur TOPRAK
Electrical-Electronics Engineering Department, Engineering Faculty, Van Yuzuncu Yil University, 65040, Tuşba Van, Türkiye
ORCID: 0009-0008-4475-7546
Hasan ÜZMUŞ
Electrical-Electronics Engineering Department, Engineering Faculty, Van Yuzuncu Yil University, 65040, Tuşba Van, Türkiye
ORCID: 0000-0001-7851-0041

ÖZET

Gelişmekte olan teknoloji paralel olarak elektrik enerjisine duyulan ihtiyaç sürekli olarak artış göstermektedir. Artan bu elektrik talebinin karşılanabilmesi için genelde fosil kaynaklı çevre dostu olamayan ve sınırlı kaynaklar kullanılmaktadır. Fosil kaynaklı yakıtlara alternatif olabilecek çevre dostu ve sürdürülebilir olan enerji kaynaklarına ihtiyaç vardır. Yenilebilir enerji kaynakları sahip oldukları potansiyel ile bu ihtiyacı karşılayabilecek durumdadırlar. Özellikle hidrojen gibi yenilenebilir enerji kaynağından elektrik üretebilen PEM (polymer electrolyte membrane) bir yakıt hücresi (YH) oldukça cazip görünmektedir. PEM YH, hidrojen ve oksijen gazlarının elektrokimyasal tepkimesiyle doğru akım (DA) formunda elektrik üretir ve emisyonu sıfırdır. PEM YH'den elde edilen gerilim seviyesi düşüktür. Bu gerilimi istenilen seviyeye yükseltebilmek için DA-DA yükselten dönüştürücüye ihtiyaç vardır. Geleneksel DA-DA yükselten dönüştürücü devresinin çıkış geriliminin yüksek olması için görev çarpanı değeri yüksek olması birçok olumsuzluğa sebep olmaktadır. Bu sebeple tercih edilen DA-DA Hibrit yükselten dönüştürücü sayesinde daha düşük görev çarpanı değeri ile çıkışta daha yüksek gerilim seviyeleri elde edilir. DA-DA Hibrit yükselten dönüştürücünün girişinde istenilen düzeyde akımı ve çıkışında gerekli seviyedeki gerilimi elde edebilmek için kontrol yöntemlerine ihtiyaç vardır. Bu çalışmada, Önerilen sistemin giriş akımı ve çıkış gerilimi iki farklı kontrol yöntemi ile kontrol edilmiştir. Birinci kontrol yönteminde çıkış gerilimi PI (Proportional integral) ile kontrol edilirken giriş akımı ASC (Average Sliding Control) tarafından kontrol edilmektedir. Bunun yapılabilmesi için PI ve ASC seri olarak bağlanmaktadır. İkincisinde ise hem giriş akımı hem de çıkış gerilimi arka arkaya bağlanan iki PI ile yapılmaktadır. PI+ASC ve PI+PI kontrolcüleri ile PEM YH'nin ürettiği düşük gerilim seviyesini daha düşük görev çarpanı ile hibrit yükselten dönüştürücü devresi sayesinde çıkışta daha yüksek gerilim değeri elde edilirken giriş akımı da kontrol edilmektedir. PI+ASC ve PI+PI

kontrolcülerinin önerilen sistem üzerindeki etkileri, MATLAB/Simulink ortamında yapılan benzetim çalışmalarından elde edilen sonuçlar analiz edilerek karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: PEM YH DA-DA dönüştürücü, Hibrit, PI kontrol, ASC kontrol

CURRENT AND VOLTAGE CONTROL OF PEM FUEL CELL-BASED DC-DC HYBRID BOOST CONVERTER

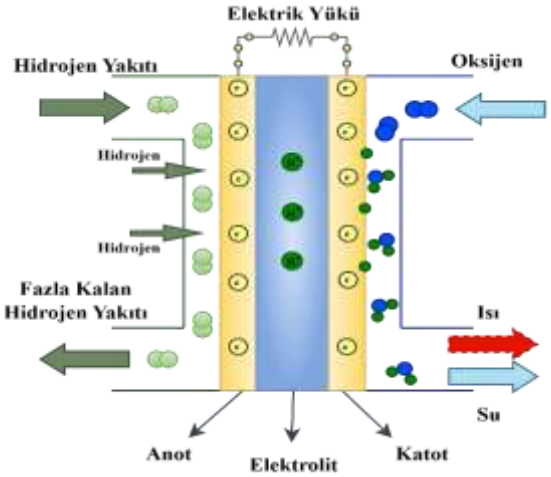
ABSTRACT

The electrical energy demand is constantly increasing with developing technology. In order to meet this increasing electricity demand, generally non-environmentally friendly and limited fossil-based resources are utilized. The environmentally friendly and sustainable energy sources are necessary for producing electrical energy without fossil-based fuels. Renewable energy sources have potential to be alternatives for fossil-based fuels. A PEM (polymer electrolyte membrane) fuel cell (FC) that can generate electricity from renewable energy sources such as hydrogen seems very attractive. PEM FC produces electricity in the form of direct current (DC) through the electrochemical reaction of hydrogen and oxygen gases and has zero emissions. The voltage level obtained from PEM FC is low. A DC-DC boost converter is required for raising PEM FC output voltage to the desired level. The high duty cycle value required to achieve a high output voltage in a traditional DA-DA boost converter circuit causes many disadvantages. Therefore, the preferred DA-DA hybrid boost converter achieves higher output voltage levels with a lower duty cycle value. To obtain the desired current level at the input and the required voltage level at the output of DC-DC hybrid boost converter, control methods are necessary. In this study, the input current and output voltage of the proposed system are controlled by using two different control methods. In the first control method, the output voltage is controlled by PI (Proportional Integral) controller, while the input current is controlled by an ASC (Average Sliding Control) controller; PI and ASC controllers are cascaded to do it, together. In the second method, both the input current and output voltage are controlled by different PI controllers cascaded. PI+ASC and PI+PI controllers provide a higher output voltage with controlled input current for PEM FC based DC-DC hybrid boost converter with a lower duty cycle. The effects of PI+ASC and PI+PI controllers for the proposed system were compared by analyzing the results obtained from simulation in MATLAB/Simulink environment.

Keywords: PEM FC, DC-DC converter, Hybrid, PI control, ASC control

1. GİRİŞ

Teknolojinin evrimsel gelişimi sonucu elektrik enerjisine olan ihtiyaçta aynı doğrultuda artar. Bu ihtiyacın giderilmesi için birçok çeşit enerji kaynağı kullanılır. Bunlar yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları olarak iki başlığa ayrılır. İnsanlar tarafından kullanılan ve yenilenemez enerji kaynaklarına dahil olan fosil yakıtlar, sera gazlarına neden olur ve bu sera gazlarının atmosferde birikmesi sonucu küresel ısınmanın sebep olduğu iklim değişikliği yaşanır. Bu sebeple çevreye zarar vermeyen, temiz, sürdürülebilir ve tükenmeyen enerji kaynağı olan yenilenebilir enerji kaynakları daha ilgi çekici hale gelmiştir(Orkunoğlu Şahin ve Çiftçi, 2021; Şavkar, 2024). Yenilenebilir enerji kaynaklarının birçok çeşidi vardır. Bunlar; güneş, rüzgâr, hidrojen, hidrolik, jeotermal ve biyokütledir (Örnek ve Kabak, 2023). Yenilenebilir enerji kaynağı olan hidrojenin kaynak olarak kullanıldığı yakıt hücresi (YH), atık olarak saf su elde etmesi, çevreye verdiği minimum zarar ve ses kirliliğine sebep olmaması ile gelecekte elektrik enerjisi üretimi için önemli bir kaynak olarak görülmektedir (Ture, 2022). YH'lerinin birçok çeşidi vardır, bunlar; A (Alkaline) YH, PA (Phosphoric Acid) YH, SO (Solid Oxide) YH, MC (Molten Carbonate) YH, PEM (Polymer Electrolyte Membrane) YH (Malik vd., 2021). PEM YH, daha basit yapıda olması, çalışma sıcaklığının düşük olması, yüksek gerilim, akım ve güç yoğunluğuna sahip olmasından dolayı diğer yakıt hücrelerine göre daha avantajlı kabul edilmektedir (İlbeyoğlu ve Gürbüz, 2024). PEM YH Şekil 1' de gösterildiği gibi anot, katot ve elektrolit bölümlerinden meydana gelmektedir. Anot kısmından giren hidrojen yakıtı anot kısmında elektronlarına ve protonlarına ayrışır. Elektronlar elektrik yükü üstünden akışını tamamlar ve elektrik üretimi gerçekleşir. Katot kısmından giren oksijen ile hidrojen birleşerek çıkışta su ve bir miktar ısı meydana getirir (Karanfil, 2020).



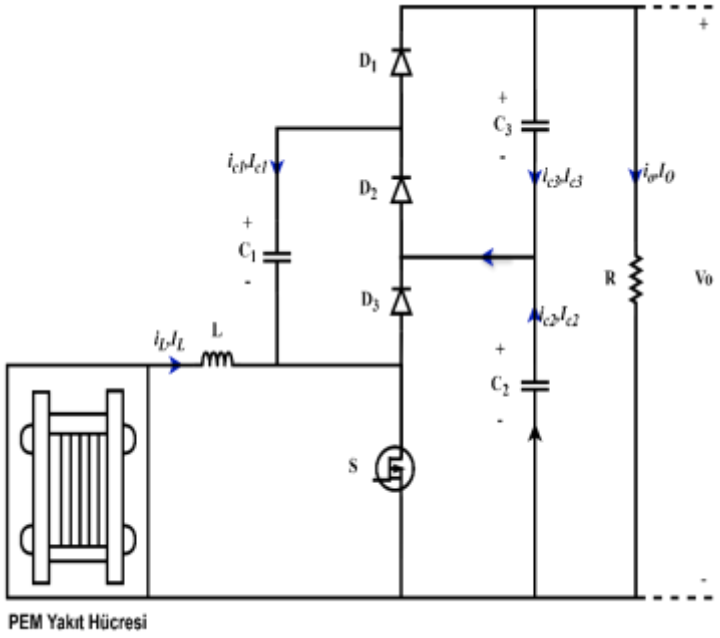
Şekil 6. PEM YH çalışma prensibi şematik gösterimi

PEM YH'nin anot ve katot reaksiyonları Eş.1 ve Eş.2' de gösterildiği gibidir (Uçmaz ve Yakut, 2024).

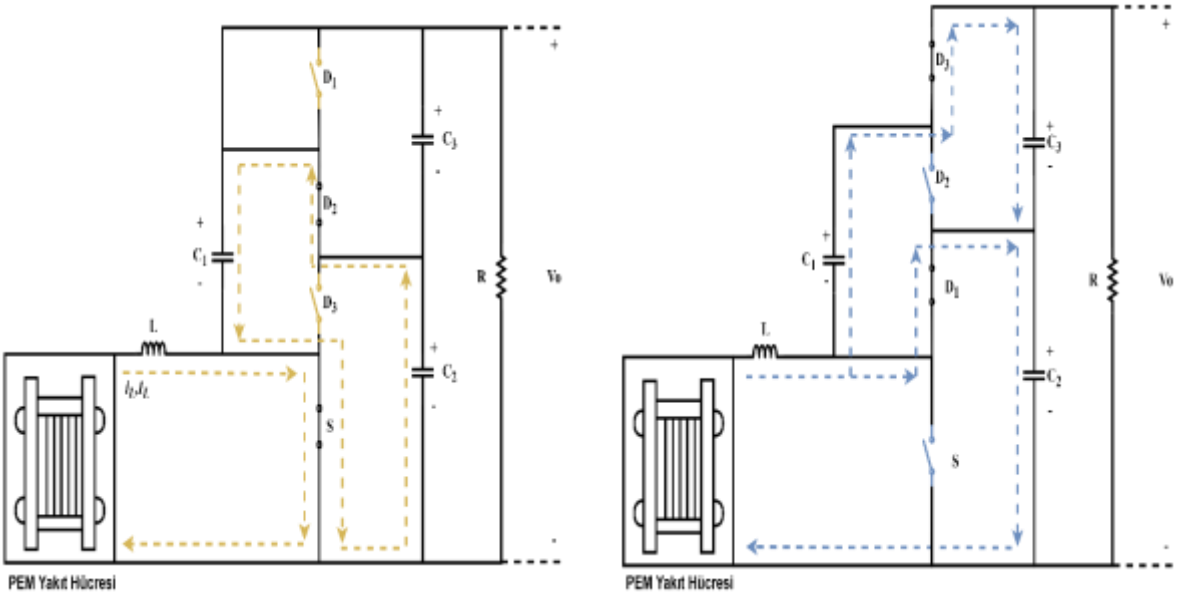
$$Anot: H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^- \quad (1)$$

$$Katot: O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O + Isı + Elektrik\ Enerjisi \quad (2)$$

PEM YH'nin çıkışında meydana gelen gerilim seviyesi birçok endüstriyel uygulamalar için düşük gelebilir ve bu sebeple güç aktarma birimlerinden biri olan DA-DA yükselten dönüştürücü aracılığı ile yükseltilebilir (Bilhan, 2020; Kart vd., 2024). Bu çalışmada ise PEM YH'nin üretmiş olduğu gerilim seviyesini DA-DA hibrit yükselten dönüştürücü ile yükseltilmektedir. DA-DA hibrit yükselten dönüştürücü devresi Şekil 2' de gösterildiği gibidir. N yapılı hibrit yükselten dönüştürücü devresinde, bir adet bobin (L), bir adet yarı iletken anahtarlama elemanı (S), 2N-1 adet diyot (D_1, D_2 ve D_3) ve 2N-1 adet kondansatör (C_1, C_2 ve C_3) bulunur. Şekil 2' de gösterilen çift seviyeli hibrit yükselten dönüştürücü olduğundan üç adet diyot ve üç adet kondansatör bulunur. Klasik yükselten dönüştürücüye göre daha düşük görev çarpanı ile daha yüksek çıkış gerilim seviyesi elde edilmesi sağlanmaktadır. Bu avantajı dışında harmonik bozulma seviyesinin, gerilim stresinin ve anahtarla frekansının da düşük olması da diğer avantajlarıdır. (Dilber, 2019; Abbas vd., 2023).



Şekil 7. DA-DA hibrit yükselten dönüştürücü



(a) (b)

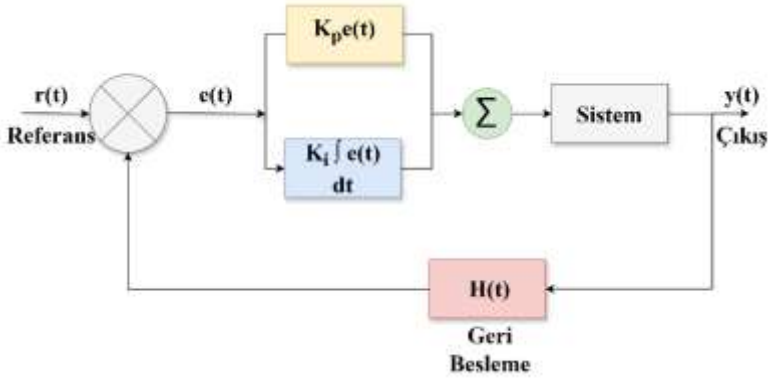
Şekil 8. DA-DA hibrit yükselten dönüştürücü anahtar (a) iletimde, (b) kesimde

Şekil 3'de görüldüğü üzere DA-DA hibrit yükselten dönüştürücü devresinin anahtarının iletimde ve kesimde olma durumu görülmektedir. Anahtarın iletimde olduğu devre şeklinde görüldüğü üzere, S anahtarı iletimdeyken D_2 diyotu iletimde, D_1 ve D_3 diyotları kesimde olur. PEM YH ve S anahtarının üzerinden geçen akım ile L diyotu şarj olurken, D_2 diyotu üzerinden akan akım ile C_2 ve C_1 kondansatörlerinin gerilimi eşitlenene kadar üstlerinden akım akar. C_3 kondansatörü ise herhangi bir akımla beslenmediği için değeri sabit kalır. Diğer bir durum olan anahtarın kapalı olma durumunda ise D_1 ve D_3 diyotları iletimde olur, S anahtarı ve D_2 diyotu kesimde olur. D_1 diyotu üzerinden akan akımla C_2 kondansatörü şarj olurken, D_3 diyotu üzerinden de PEM YH, bobin ve C_1 kondansatörü birleşerek C_3 ve C_2 kondansatörlerini şarj ederek sonrasında gerilimi sınırlar (Dilber, 2019; Abbas vd., 2023). DA-DA Hibrit yükselten dönüştürücü devresinin görev çarpanı (D) değeri Eş.3' de görüldüğü gibidir (Dilber, 2019).

$$\frac{Vo}{Vin} = \frac{2}{1-D} \qquad 3$$

PEM YH beslemeli DA-DA hibrit yükselten dönüştürücü devresinin giriş ve çıkış değerlerinin daha verimli sonuçlar elde edilebilmesi için kontrol sistemleri ile kontrolü gerçekleşir. Bu çalışmada iki farklı kontrol yöntemi karşılaştırması yapılmaktadır. İlk kontrol yönteminde PI (Proportional Integral) ile çıkış gerilimi kontrol edilirken, girişine PI kontrol çıkışı ve giriş akımı ile beslenerek yapılan ASC (Average Sliding Control) ile giriş akımı kontrolü yapılmaktadır ve bu kontrolün yapılabilmesi için PI ile ASC seri şekilde bağlanmaktadır. Diğer bir kontrol yönteminde ise hem giriş akımı ve çıkış geriliminin kontrolünü arka arkaya bağlanan iki PI kontrolü ile gerçekleştirilir.

PI kontrolü genellikle güç elektroniği alanında sıkça kullanıla PID (Proportional Integral Derivative) kontrolünün türev kullanılmayan ve en çok tercih edilen kapalı kontrol çeşididir. Genellikle oransal integral sisteminde kalıcı durum hatasını engellemek amacıyla sonlu bir kontrol oluşması için bir integral kontrolü ile kalıcı durum hatasını en aza indirilmesi sağlanır. PI kontrolü ile çıkış geriliminin referans değerine sabitlenmesi sağlanmaktadır. Şekil 4'de gösterildiği gibi bir referans değerinin çıkış değeri ile karşılaştırması sonucu K_p ve K_i sabit değerleri ile sistem kontrolü sağlanır (Bodur, 2011; Wang, 2020; İnanç, 2025).



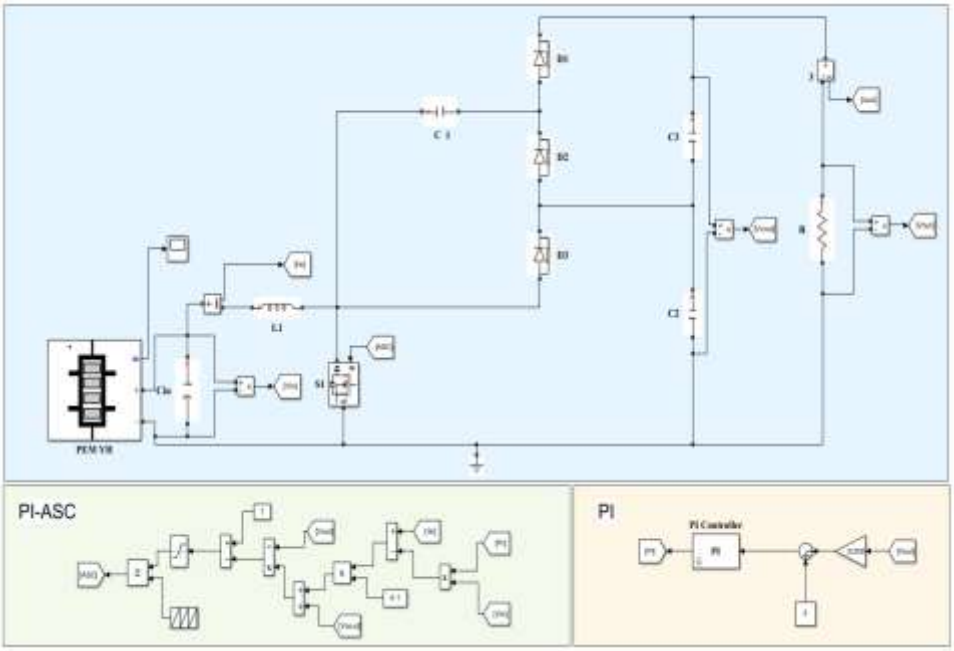
Şekil 9. PI kontrol yöntemi blok diyagramı

SCM (Sliding Control Mode) özellikle karmaşık sistem kontrollerinde güvenilir bir kontrol yöntemi olarak kullanılmaktadır. Sistemin anahtarlama fonksiyonuna yaklaştırarak kayma yüzeyi sınırları içinde tutarak geri besleme kontrolleriyle de sistemin kontrolünü sağlamaktadır. SCM kontrolünün anahtarlama frekansının değişimi sonucu sistemin dış bozuculara karşı savunmasız hale gelmesine ve çıkış değerlerinde meydana gelen cızırtılara sebep olmasından dolayı aynı özellikleri taşıdığı fakat SCM'de meydana gelen sorunları sona ermesini sağlayan ASC (Average Sliding Control) tercih edilir. ASC, anahtarlama frekansının rampa sinyaline sabitlenmesi ile kontrol sisteminin karmaşık olmaması sağlanır (Üzmuş, 2016; Liu, 2017; Alyoussef ve Kaya, 2019; Gambhire vd., 2021).

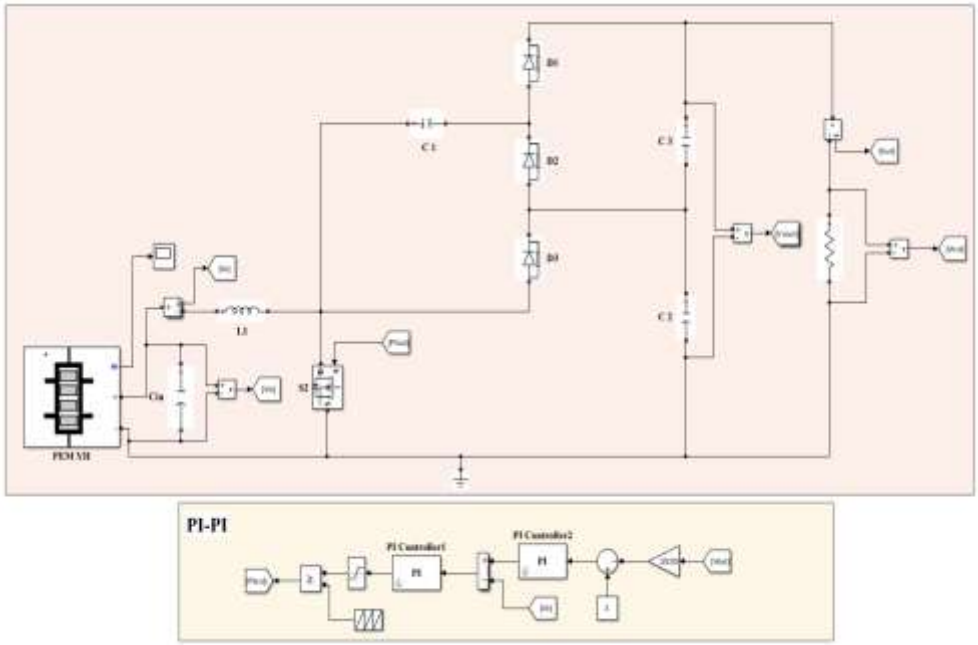
Bu çalışmada PI+ASC ve PI+PI kontrolcüleri ile PEM YH'nin ürettiği düşük gerilim seviyesini daha düşük görev çarpanı değeri ile DA-DA hibrit yükselten dönüştürücü devresi aracılığı ile çıkışta daha yüksek gerilim değeri elde edilirken giriş akımı ve çıkış gerilimi de kontrol edilmektedir.

2. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

PEM YH ile beslenen DA-DA hibrit yükselten dönüştürücü devresinin giriş akımı ve çıkış gerilimi PI+ASC ve PI+PI kontrol yöntemleri ile kontrol edilerek benzetim sonuçları ise MATLAB/Simulink ortamında gerçekleştirildi. Şekil 5'te gösterilen DA-DA hibrit yükselten dönüştürücü devresinin giriş ve çıkış değerlerinin kontrolü PI+ASC kontrolörleri gösterilen devre şeması ve Şekil 6'da gösterilen ise DA-DA hibrit yükselten dönüştürücüsünün giriş ve çıkış değerlerinin kontrolü PI+PI kontrolörleri oluşan devre şemasıdır.



Şekil 10. DA-DA hibrit yükselten dönüştürücü PI-ASC kontrolü



Şekil 11. DA-DA hibrit yükselten dönüştürücü PI-PI kontrolü

Şekil 5 ve Şekil 6' da gösterilen devrelerin temel devre parametreleri Tablo 1' de verilmiştir.

Tablo 1 DA-DA hibrit yükselten dönüştürücü devresinin temel devre parametreleri

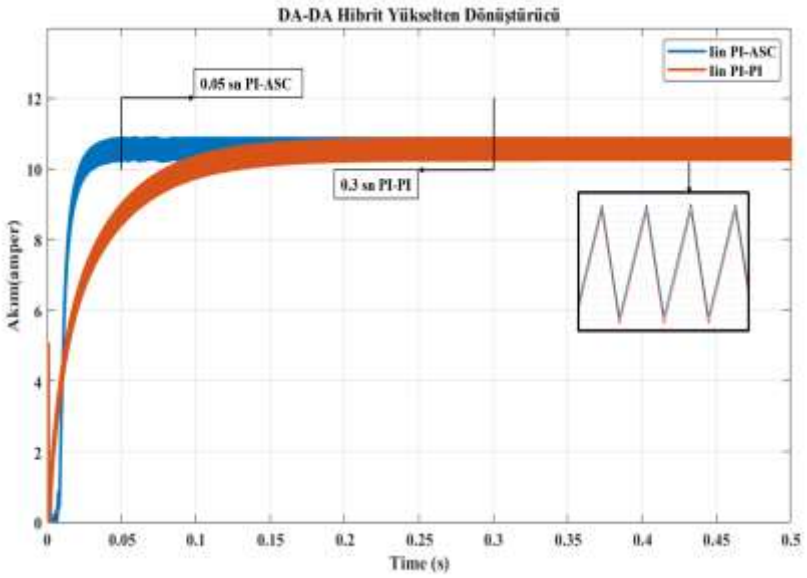
Parametreler	Değerler	Birim
PEM YH Giriş Gerilimi (V_{in})	41	Volt (V)
Çıkış gerilimi (V_{out})	200	Volt (V)
Anahtar frekansı	50 10^3	Hertz (Hz)

Tablo 1'de verilen değerlerin sağlanabilmesi için kullanılan devre elemanlarının değerleri ise Tablo 2'de verilmiştir. Anahtarlama elemanı olarak MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistör) tercih edilmiştir.

Tablo 2 DA-DA hibrit yükselten dönüştürücü devresinin devre elemanları

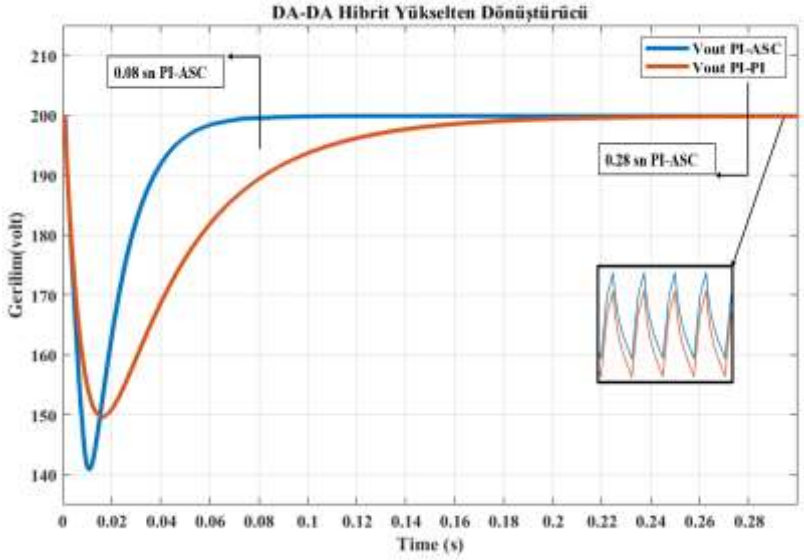
Parametreler	Değerler	Birim
L_1	700 10^{-6}	Henry(H)
C_1	25 10^{-6}	Farad(F)
C_2 ve C_3	470 10^{-6}	Farad(F)
C_{in}	270 10^{-6}	Farad(F)
R	100	Ohm (Ω)

PI+ASC kontrol yöntemi ile PI+PI kontrol yönteminin giriş akımlarına olan etkisi Şekil 7' de gösterildiği gibidir.



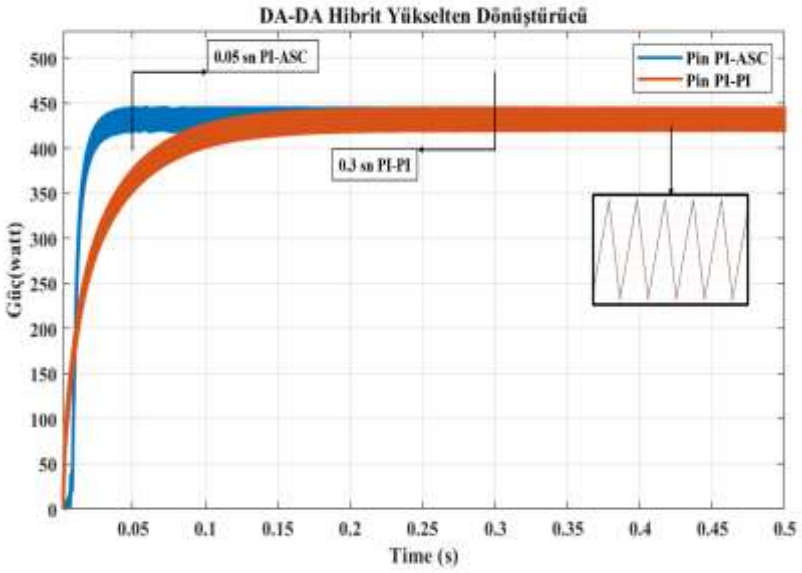
Şekil 12. DA-DA hibrit yükselten dönüştürücü devresi giriş akımları karşılaştırması

PI+ASC kontrol yöntemi ile PI+PI kontrol yönteminin çıkış gerilimlerine olan etkisi, Şekil 8'de gösterildiği gibidir.



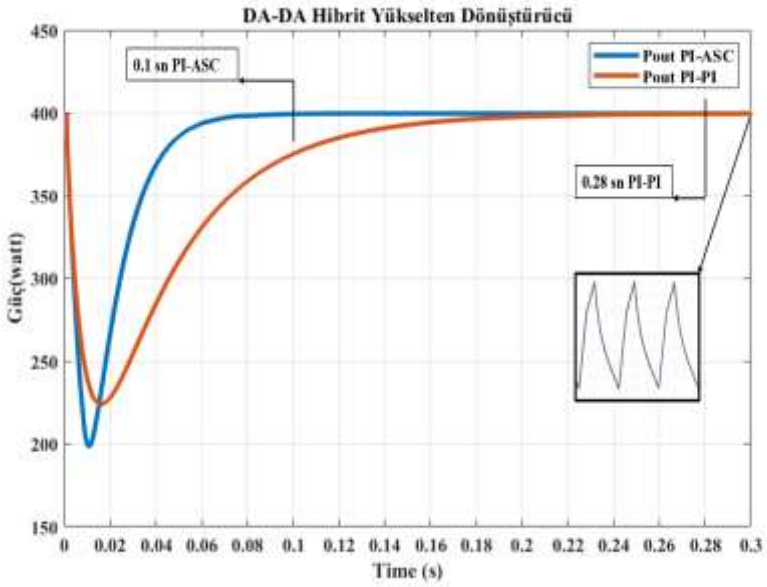
Şekil 13. DA-DA hibrit yükselten dönüştürücü devresi çıkış gerilimleri karşılaştırması

PI+ASC kontrol yöntemi ile PI+PI kontrol yönteminin giriş güçlerine olan etkisi, Şekil 9'da gösterildiği gibidir.



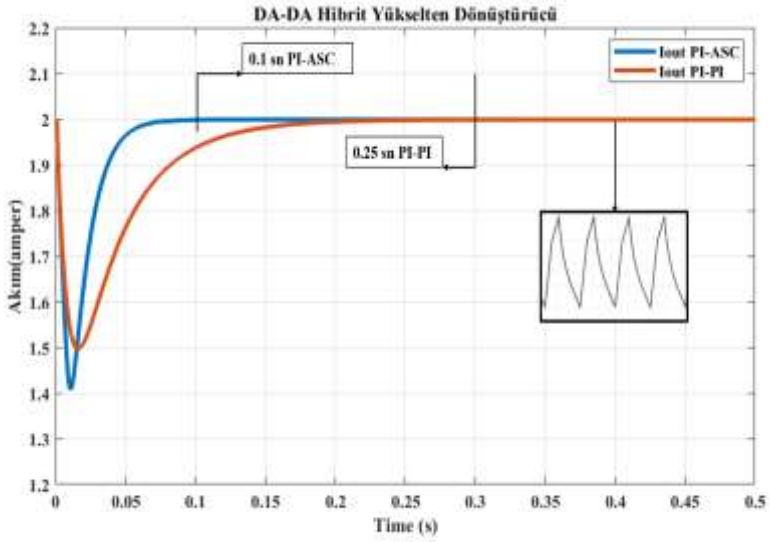
Şekil 14. DA-DA hibrit yükselten dönüştürücü devresi giriş güçleri karşılaştırması

PI+ASC kontrol yöntemi ile PI+PI kontrol yönteminin çıkış güçlerine olan etkisi, Şekil 10'da gösterildiği gibidir.



Şekil 15. DA-DA hibrit yükselten dönüştürücü devresi çıkış güçleri karşılaştırması

PI+ASC kontrol yöntemi ile PI+PI kontrol yönteminin çıkış akımına olan etkisi, Şekil 11'de gösterildiği gibidir.



Şekil 16. DA-DA hibrit yükselten dönüştürücü devresi çıkış akımları karşılaştırması

SONUÇLAR

Temiz enerji olarak bilinen yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olan hidrojenin, PEM YH sistemi aracılığı ile çıkışta sadece su, bir miktar ısı ve elektrik üretimi gerçekleştirir. Bu çalışmada ise güç elektroniği alanında sıkça kullanılan DA-DA dönüştürücü çeşitlerinden biri olan hibrit yükselten dönüştürücü devresinin giriş gerilim kaynağı olarak PEM YH kullanarak

çıkışta düşük görev çarpanı ile yüksek gerilim seviyesi elde edildi. Giriş ve çıkış değerlerinin kontrolü ise PI kontrol yönteminin ASC ile seri bağlanması sonucu PI+ASC ve iki adet PI kontrol yönteminin seri bağlanması sonucu PI+PI kontrol yöntemlerinin karşılaştırılması MATLAB/Simulink ortamında gerçekleştirildi. Şekil 7'de gösterildiği gibi giriş akım değerlerinin PI+ASC kontrol yönteminin hızla istenilen akım değerine ulaştığı ve yaklaşık olarak 0.25 sn daha hızlı bir sonuç elde edildiği gösterilmektedir. Şekil 8'de gösterilen simülasyon sonucunda ise çıkış gerilimlerinin karşılaştırması sonucu PI+ASC kontrol yöntemin çıkış gerilim salınımının PI+PI kontrol yöntemine göre hızla bitmesi ve 200 V gerilim değerine 0.2 sn de sabitlendiği görülmektedir. Giriş akım ve giriş gerilim değerlerinin çarpımı sonucu elde edilen giriş güçlerinin karşılaştırmasını da Şekil 9'da gösterildiği gibi 0.25 sn fark ile PI+ASC birleşimi sonucu elde edilen kontrol yönteminin daha iyi sonuç elde edilmektedir. Çıkış akımı ve çıkış gerilim değerlerinin çarpımı sonucu meydana gelen çıkış güçlerinin karşılaştırmasını ise Şekil 10'da görüldüğü gibi 0.18 sn ile PI+ASC kontrol yönteminin 400 watt çıkış gücü elde edilmesi için hızlı bir sabitlenme sağladığı görülmektedir. Bu sayede çıkışta elde edilecek gücün diğer kontrol yöntemine kıyasla kısa süre içinde elde edilmesi sağlanmıştır. Son olarak Şekil 11'de gösterilen çıkış akımlarının karşılaştırması da 0.24 sn ile istenile akım değerine PI+PI kontrol yöntemine göre avantajı kanıtlanmaktadır. Sonuç olarak özellikle yenilenebilir enerji kaynaklarının giriş gerilim kaynağı olarak kullanıldığı yükselten dönüştürücü çeşitlerinin giriş ve çıkış değerlerinde meydana gelen dalgalanma miktarlarının azalması ve istenilen değere sabitlenmesi için PI+ASC kontrol yönteminin avantajları diğer yükselten dönüştürücülerin kontrol ihtiyacını karşılayabilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, FYD-2025-11644 proje numarasıyla Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonu (VAN YYU-BAP) tarafından desteklenmiştir. Yazarlar, VAN YYU-BAP'a desteklerinden dolayı teşekkürlerini sunar.

KAYNAKÇA

Abbas, F. A., Abdul-Jabbar, T. A., Obed, A. A., Kersten, A., Kuder, M., Weyh, T. (2023). A Comprehensive Review and Analytical Comparison of Non-Isolated DC-DC Converters for Fuel Cell Applications. *Energies*, 16(8), 3493. doi:10.3390/EN16083493

Alyoussef, F., Kaya, I. (2019). A review on nonlinear control approaches: sliding mode control back-stepping control and feedback linearization control. International Engineering and Natural Sciences Conference, (IENSC 2019) (Vol.2019, pp. 608-619).

Bilhan, A. (2020). Yakıt Pili Uygulamaları için Kademeli Yükseltici DA/DA Dönüştürücü Devresinin Tasarımı. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 11(1), 29-37. doi:10.24012/DUMF.527601

Bodur, A. (2011). *Kontrol Sistemi Notları Giriş (1.Kitap)* (1. ed.). TMMOB Elektrik Mühendisleri Odası: Ankara, Türkiye.
Dilber, İ. H. (2019). *Aktif Yumuşak Anahtarlamalı Hibrit Yükselten DA/DA Dönüştürücü Tasarımı Ve Uygulaması*, Yüksek Lisans Tezi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van,Türkiye.
Gambhire, S. J., Kishore, D. R., Londhe, P. S., Pawar, S. N. (2021). Review of sliding mode based control techniques for control system applications. *International Journal of Dynamics and Control*, 9(1), 363-378. doi:10.1007/S40435-020-00638-7/METRICS
İlbeyoğlu, S., Gürbüz, H. (2024). Fiziksel Parametrelerin Hidrojen Pem Yakıt Hücresi Performansına Etkileri Üzerine Değerlendirme. *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering*, 29(1), 291-310. doi:10.17482/UUMFD.1292213
İnanç, Z. (2025). *İndüksiyon Isıtma Sistemlerinde Kesir Dereceli PID Yöntemi İle Sıcaklık Denetimi*, Yüksek Lisans Tezi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, Türkiye.
Karanfil, G. (2020). Proton Değişim Membran Yakıt Hücreleri: Termodinamiği, Bileşenleri ve Uygulama Alanları. *Mühendis ve Makina*, 61(698), 57-76. doi:10.46399/MUHENDISMAKINA.750660
Kart, S., Demir, F., Kocaarslan, İ., Genc, N. (2024). Increasing PEM fuel cell performance via fuzzy-logic controlled cascaded DC-DC boost converter. *International Journal of Hydrogen Energy*, 54, 84-95. doi:10.1016/J.IJHYDENE.2023.05.130
Liu, J. (2017). Chapter 1 - Basic sliding mode control principle and design. In J. Liu (Ed.), *Sliding Mode Control Using MATLAB* (pp. 1-29). Academic Press. doi:https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802575-8.00001-1
Malik, V., Srivastava, S., Bhatnagar, M. K., Vishnoi, M. (2021). Comparative study and analysis between Solid Oxide Fuel Cells (SOFC) and Proton Exchange Membrane (PEM) fuel cell – A review. *Materials Today: Proceedings*, 47, 2270-2275. doi:10.1016/J.MATPR.2021.04.203
Orkunoğlu Şahin, I. F., Çiftçi, T. E. (2021). İklim Değişikliği ile Mücadelede Türkiye İçin Karbon Vergisi Önerisi. *Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 16(2), 254-269. doi:https://doi.org/10.48145/gopsbad.1005072
Örnek, İ., Kabak, S. (2023). Yenilenebilir Enerji Tüketimi Ve Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Türkiye Üzerine Bir İnceleme. *Artuklu Kaime Uluslararası İktisadi ve İdari Araştırmalar Dergisi*, 6(2), 87-108. doi:10.55119/ARTUKLU.1389880
Şavkar, E. (2024). Yenilenebilir Enerji Zemininde Hidroelektrik Enerji Ve Türkiye Potansiyeli. *Oğuzhan Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(1), 51-58. doi:https://doi.org/10.55580/oguzhan.1484562
Ture, E. İ. (2022). Türkiye'nin Enerji, Su ve İklim Değişikliği Sorunları İçin Kesin Çözüm: Hidrojen Yakıtı. *Kuşak ve Yol Girişimi Dergisi (BRIQ)*, 3(3), 22-49. doi:https://orcid.org/0000-0002-6570-1882
Uçmaz, B. N., Yakut, Y. B. (2024). PEM yakıt pillerinde PSO tabanlı PI ve FOPI kontrollü DC/DC dönüştürücülerine ilişkin performansların karşılaştırılması. *Dicle University Journal of Engineering / Dicle Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 15(1), 23. doi:10.24012/DUMF.1373835
Üzmuş, H. (2016). *Çift-Katlı Yükselten (Cascade Boost) Dönüştürücünün Kayan Kip (Slıdıng Mod) Yöntemiyle Kontrolü*, Yüksek Lisans Tezi. Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van,Türkiye.
Wang, L. (2020). *PID control system design and automatic tuning using MATLAB/Simulink*. Wiley-IEEE Press.

EEG SİNYALLERİNDE MOTOR HAYALİ SINIFLANDIRMA

Fatih DÖNMEZ
Kutahya Dumlupınar University, Simav Technology Faculty, Department of Electric-Electronic Engineering, 43500 Simav/Kutahya, Turkey
Çağrı YILMAZ
Kutahya Dumlupınar University, Simav Technology Faculty, Department of Electric-Electronic Engineering, 43500 Simav/Kutahya, Turkey
Özgür SAVAŞ
Kutahya Dumlupınar University, Simav Technology Faculty, Department of Electric-Electronic Engineering, 43500 Simav/Kutahya, Turkey
Kübra KESER
Kutahya Dumlupınar University, Simav Technology Faculty, Department of Electric-Electronic Engineering, 43500 Simav/Kutahya, Turkey
ORCID: 0000-0001-7215-7232

ÖZET

Beyin korteks nöronlarının senkronize elektriksel aktivitesi tarafından üretilen EEG sinyalleri çeşitli çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadır. Bu çalışmada, bireylerin zihinsel olarak hayal ettikleri motor fonksiyonlarını tespit edebilen, dinlenme durumunu motor fonksiyon hayali verilerinden ayırt edebilen ve yüksek doğrulukla genelleştirilmiş tahminler yapabilen bir sistem tasarlanması amaçlanmıştır. Sınıflandırma sürecinde CNN ve LSTM yöntemleri kullanılmıştır. Sağ ve sol yumruk sıkma hayali ve dinlenme verileri destek vektör sınıflandırıcı ile üçlü olarak sınıflandırıldığında %86 doğruluk ve %83 F1 puanı elde edilmiştir. Her iki bacak, her iki yumruk hayali ve dinlenme verileri üçlü olarak sınıflandırıldığında %85 test doğruluğu ve %81 F1 puanı elde edilmiştir. Sağ kol sıkma görüntüsü, sol kol sıkma görüntüsü, her iki bacak sıkma görüntüsü, her iki yumruk sıkma görüntüsü ve dinlenme verileri beşli olarak sınıflandırıldığında %52 doğruluk ve %48 F1 puanı elde edilmiştir. Aynı sınıflandırmalar, CNN modeli için sırasıyla %93, %91 ve %67 doğrulukla ve LSTM modeli için sırasıyla %92, %87 ve %56 doğrulukla elde edilmiştir. Literatürde, motor imgeleme sınıflandırmasında 2 farklı yöntemi izleyerek birçok sınıflandırma yöntemini, özellik çıkarımını ve ayrıca dinlenme verilerini inceleyen bir çalışma bulunmamaktadır. Birçok motor imgeleme sınıflandırma çalışmasına ek olarak, literatürde dinlenme verilerini motor imgeleme sınıflandırmasına dahil eden orijinal bir çalışma sunulmuştur. Manyetoensefalografi muayenesi sonucu elde edilen sinyaller, motor imgeleme sınıflandırmasında büyük yardım sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: EEG, Biyomedikal, BCI, CNN, LSTM, SVC.

MOTOR IMAGINARY CLASSIFICATION OF EEG BASED ON DEEP LEARNING

ABSTRACT

EEG signals generated by synchronized electrical activity of brain cortical neurons are

frequently used in various studies. In this study, it is aimed to design a system that can detect the mentally imagined motor functions of individuals, distinguish resting state from motor function imaginary data and make generalized predictions with high accuracy. CNN and LSTM methods are used in the classification process. When right and left fist clenching imaginary and resting data were classified as triples with the support vector classifier, 86% accuracy and 83% F1 score were obtained. When both legs, both fist imaginary and resting data were classified as triples, 85% test accuracy and 81% F1 score were obtained. When the right arm clenching image, left arm clenching image, both leg clenching image, both fist clenching image and resting data were classified as five, 52% accuracy and 48% F1 score were obtained. The same classifications were obtained with 93%, 91% and 67% accuracy for the CNN model and 92%, 87% and 56% accuracy for the LSTM model, respectively. In the literature, there is no study that examines many classification methods and feature extraction and also resting data by following 2 different methods in motor imagery classification. In addition to many motor imagery classification studies, an original study has been presented in the literature by including rest data in motor imagery classification. The signals obtained as a result of Magnetoencephalography examination will provide great assistance in motor imagery classification.

Keywords: EEG, Biomedical, BCI, CNN, LSTM, SVC.

1. INTRODUCTION

The method of recording electrical potentials obtained by the interaction of nerve cells in the brain on paper is called EEG (Electroencephalogram). EEG signals are generated by the synchronized electrical activity of the cortical neurons of the brain. These signals detect neurophysiological events at the microvolt level, allowing the waves in the brain to be examined (Teplan, 2002). It is frequently used in sleep studies and brain-computer interface (BCI) research in the diagnosis of sleep disorders, Alzheimer's disease, attention deficit disorder, brain tumors, migraine, traumatic nerve disorders, dementia and epilepsy (Jafari et al., 2023; Minguillon et al., 2017; Siuly et al., n.d.). BCI is a technology that detects brain electrical signals and uses the meaningful information obtained from these signals to communicate with electronic devices. In BCI applications, EEG technique is mostly preferred due to its ease of signal acquisition and high time resolution (Janapati et al., 2020; Schalk et al., 2004) .

It is possible to see the impact of the important steps taken in recent years in artificial intelligence technology, which emerged as a result of studies to analyze how the mysterious

nature of the human brain works, in every field where data is available. The best examples of these studies in the field of biomedicine are applications such as pre-diagnosis of diseases such as cancer and tumors in recent years, and mood analysis from brain signals.

Considering the artificial intelligence based motor phantom classification studies conducted in the last five years, it was observed that there are various studies using different feature extraction, feature selection and classification algorithms for the classification of motor phantom signals with 2 and more than 2 classes. In one of the studies, 3 different signal decomposition methods such as Experimental mode decomposition (EMD), discrete wavelet transform (DWT) and wavelet packet decomposition (WPD) were used, and noise in the EEG data was removed with a nonlinear filtering method called Multiscale Principal Component Analysis (MSPCA). Features were selected according to the Kaiser criterion and classified with k-NN. As a result of the classification, the highest success was obtained for 2 different classes (left hand and right hand) of 5 people using MSPCA+WPD+Skewness and kurtosis features with an average success rate of 92.80% (Kevric & Subasi, 2017). In another study, firstly, EEG signals were separated into sub-bands (D1, D2, D3, D4, D5, A5) in different frequency ranges by applying DWT. From the obtained envelope spectrum, statistical features such as mean, energy, standard deviation, maximum value were calculated for each band to characterize the time frequency distribution. The LSTM deep learning model achieved 91.43% success for 2 classes (left hand and right hand) (*Proceedings of the 30th Chinese Control and Decision Conference (2018 CCDC) : 09-11 June 2018, Shenyang, China*, 2018). In another study, 3 different PSD methods, FFT, Welch and LSP, were used for feature extraction and the data of each channel were divided into four sub-bands as 8-13 Hz, 13-18 Hz, 18-23 Hz and 23-28 Hz. Classification was performed with 2 different algorithms, DBN and SVM, and the highest average success rate of 70.72% was obtained in LSP+DBN for 3 different classes (right hand, left hand and foot) of 9 individuals (Chu et al., 2018). In another study, using 5th level DWT, features were extracted from frequency bands D1 (64-128 Hz), D2 (32-64 Hz), D3 (16-32 Hz), D4 (8-16 Hz), D5 (4-8 Hz) and A5 (0-4 Hz). After feature selection using PSO-based RST algorithm, these selected features were classified by NRSC method and an average of 80.99% success was obtained for 4 different classes (right hand, left hand, foot and tongue) of 9 individuals (Udhaya Kumar & Hannah Inbarani, 2017).

In one of the studies, the WDPSD method was proposed to select the most appropriate channel pair from the PSD values obtained from multichannel EEG data of 9 individuals with 2 classes

(left and right arm). Three different methods such as STFT, CWT and HHT were applied to obtain the PSD values in alpha (8-13 Hz) and beta (13-30 Hz) band ranges of EEG data in all channels. Davies Bouldin index was used to select the most appropriate channel pair from the PSD matrix and k-means clustering algorithm was used to select the most appropriate features from the selected channel pair. The features were classified with SVM (Kim et al., 2018a). In another study, 2 different data sets were used for the classification of left and right hand motor tasks. Both datasets consist of EEG data from channels C3, Cz and C4. An iterative least squares (RLS) model of the AAR method is proposed for feature extraction. First, a bandpass filter between 0.5-50 Hz was applied to the raw EEG data and then the AAR coefficients of the filtered signals in the C3 and C4 channels were calculated. When the most appropriate features were selected with the FDM method and classified with SVM, success values of 80% and 78.57% were obtained for 2 different data sets (Chatterjee et al., 2019).

The data of all channels were filtered using a band-pass filter bank starting from 4 Hz (4-8 Hz, 8-12 Hz, ... 36-40 Hz) and spatial filters were calculated for the output in each band range using CSP. The energy values of the spatially filtered channels were calculated and normalized according to the total energy of the channels. Classification was performed with the CNN deep learning model and an average of 74.46% success was obtained for 4 different classes (right hand, left hand, foot and tongue) of 9 people (Sakhavi et al., 2018). The data of all channels were filtered using a band-pass filter bank starting from 4 Hz (4-8 Hz, 8-12 Hz, ... 36-40 Hz) and spatial filters were calculated for the output in each band range using CSP. The energy values of the spatially filtered channels were calculated and normalized according to the total energy of the channels. Classification was performed with the CNN deep learning model and an average of 74.46% success was obtained for 4 different classes (right hand, left hand, foot and tongue) of 9 people (Kim et al., 2018b). When these studies are evaluated, it is seen that the success rates are relatively low and complex, complex and time-consuming structures are used in feature detection and classification.

The main objective of this study is to develop a model to improve the quality of life of individuals with impaired motor functions and enable them to move more independently in daily life. In this context, it is aimed to design a system that can detect mentally imagined motor functions of individuals, distinguish resting state from motor function imaginary data and make generalized predictions with high accuracy in this process. It is envisaged that the model to be developed will be able to predict which motor function the individual is imagining and detect

whether the person is in a resting state or not by processing and analyzing EEG data. The most unique aspect of the study is that many classification methods, data types and feature extraction are examined by following 2 different methods. In addition, the examination of resting data in motor imagination classification is among the unique aspects that differ from many motor imagination classification studies in the literature. The study provides important results that can contribute to the development of an infrastructure that will form the basis of neuro-prosthetic systems that can be applied in the future for individuals with motor function loss and tools that can be used in rehabilitation processes and the advancement of BCI technologies.

2. Material Method

The data used in the study were obtained from PHYSIONET(Goldberger et al., 2000). This dataset contains 60 channels (20000 samples for each channel) of EEG data from 109 subjects coded according to various events14 in EDF format (Table 1).

Table 1. Coding EEG data according to events

	R03, R07, R11	**R04, R08, R012**	**R05, R09, R13**	**R06, R10, R14**	**R01**	**R02**
Event	Right-left fist clench	Right-left fist clenching imaginary	Squeezing both fists - both legs	Imagine clenching both fists-both legs	Resting state with eyes open	Resting state with eyes close
ID: T2	Right fist clench	Right fist clenching imaginary	Squeezing both legs	Imaginary squeezing both legs	No event	No event
ID: T1	Left fist clench	Left fist clenching imaginary	Squeezing both fists	Imagine clenching both fists	No event	No event
ID: T0	Resting	Resting	Resting	Resting	Resting	Resting

The data were recorded as legs-punches or right-left punch pairs, but the right-left leg was not recorded separately and the two legs were always squeezed together. In the data recording format, the x-axis represents time and the y-axis represents state. Electrode placement was based on the standard 10-10 system and channels NZ, F9, F10, FT9, FT10, A1, A2, TP9, TP10, P9 and P10 were excluded from this standard system. Almost all of the methods used were implemented with the MNE library. Since there is no ‘standard-1010’ system embedded in the MNE library, special user tuning was performed.The complexity of the data in the time domain is the biggest obstacle to understanding the events. For this reason, Fast Fourier Transform (FFT) signals were first generated for eyes open, eyes closed, right-left squeeze and right-left squeeze imaginary states. In order to see and interpret only positive forces in these signals, the

differences between the right arm, left arm and resting data were examined in the next step. Afterwards, in order to facilitate the analysis of the events, it was visualized which electrodes played a more active role at which times before and after the events.

The main goal of independent component analysis (ICA) is to obtain non-Gaussian, highly independent components and to ensure minimum statistical dependence between them. It provides the identification of the original signal, but also gives the non-Gaussian components of the signal (Nordhausen & Oja, 2018). In this study, ICA is used to remove eye and heart artifacts. The Common Spatial Filter (CSP) transforms the EEG signal into a matrix that offers maximum features for class separation. Here, EEG patterns are detected using spatial filtering. ICA and CSP algorithms are mostly used by researchers to remove artifacts from EEG signals (Lakshmi et al., 2014). The wavelet transform is a method that analyzes signals in both time and frequency domain. It performs time-frequency analysis by revealing the local features of the signal (Silik et al., 2021). When the signal is reconstructed with approximation coefficients in noise removal with wavelet in subjects such as audio processing, it is obtained as noise-free (Nigam & Srivastava, 2023). Python implemented discrete wavelet transform with the PYWT library.

In order to apply this method to EEG data, functions embedded in the PYWT library can be used to determine the degree to which it should be applied. Once the degree is found, it is necessary to know which frequency this degree represents, which is found with the equation in Equation 1.

$$\frac{Fs}{2^{seviye}} \qquad \text{Equ. 1.}$$

With the help of the PYWT embedding function, it was determined that the level that gives the best result with ‘db2’ (DAUBECHIES 2) based on the dimensions of the data should be 4. After obtaining the data with the wavelet, a model training study was conducted on how well the data we reconstructed according to various degrees or summaries of the wavelet performed in the model.

Power spectral density (PSD) is mostly used in processes such as the analysis and characterization of broadband random signals. The amplitude of the PSD is normalized by the spectral resolution used to digitize the signal (Fernández-Ros et al., 2016). It has been used for feature extraction in model learning.

Principal Component Analysis (PCA) generates linear components that maximize variance in high-dimensional data and provides dimensionality reduction. It is used to reduce the size of EEG data and extract important features. It facilitates the classification of high-dimensional EEG data (Subasi & Gursoy, 2010; Tang et al., 2021). It was used in the study to ensure data reduction with minimum loss. Figure 1 shows the methods used and which information they were used to obtain.

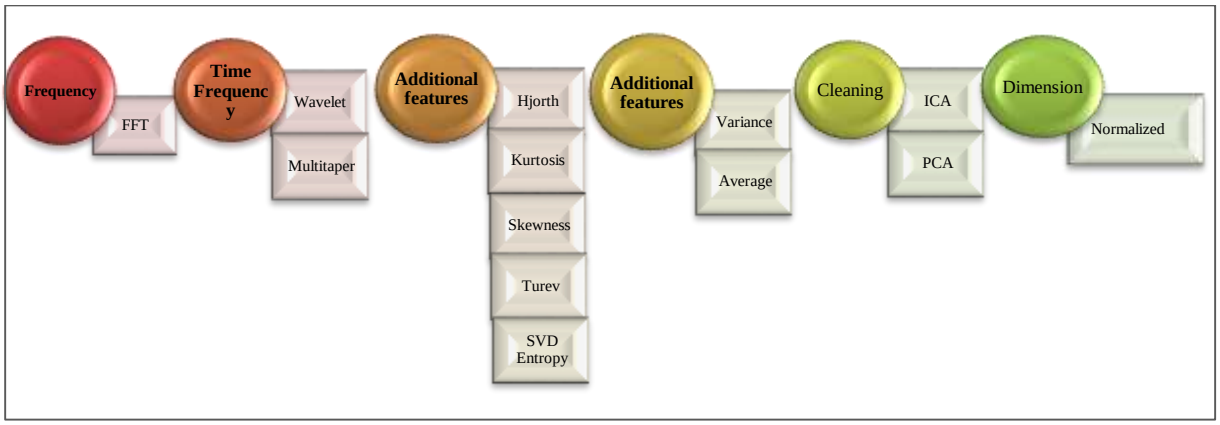


Fig. 1. Signal analysis methods in the study

2.1. Data analysis

The blink signals of the data were detected and removed from the signal by applying (ICA) to the data, then unnecessary noise was removed with Wavelet and features such as time-phase angle, time-power, time-amplitude were obtained with Multitaper method.

ANACONDA virtual environment builder was used to manage package dependencies more effectively and PYCHARM was used to provide a comfortable interface. An embedded function was written to automate the retrieval of EDF files. After all these processes were completed, classical model training and performance, deep network model and performance evaluation, and SVC Model CSP algorithm performance evaluation were carried out.

In classical model training, MLP and K means were applied; in deep network model and performance evaluation, respectively, noise cleaning with ICA + Wavelet, 7-30 Hz filtered power spectrum feature, 7-30 Hz filtered channel-derived feature, Hjorth complex feature for events, Svd entropy feature for events, Kurtosis factor feature for channels, variance feature for time, average feature for time, and normalization processes between -1-1 were applied. Each feature was processed in parallel in a different model and its dimensions were reduced with CNN1D layers. Time-dependent features were applied to LSTM layers. The dimensions of each feature were reduced with these processes and combined. The obtained vector was fed to dense

layers and the output was taken. Dropout and batch normalization techniques were used against over-learning. The learning rate was dynamically updated in each epoch.

In the SVC model CSP algorithm performance evaluation, CSP algorithm, normalization between -1-1 and cleaning with ICA based on noise data were applied, respectively.

Recurrent neural networks (RNN) are designed to process sequential data. The power of RNN lies in its ability to discover temporal relationships and logical structures. It is very successful in learning the information behind time-varying signals(Rahman et al., 2021; Ziat et al., 2017). The most common RNN types are LSTM, GRU and BİLSTM models (Jyotishi & Dandapat, 2020). Long short-term memory (LSTM), an improved structure of RNN, stores data more effectively. This feature eliminates the short-term memory problems of LSTM and standard RNN (Gavcar & Metin, 2021). Convolutional neural networks, presented with a gradient-based approach, are a feedforward artificial neural network and deep learning architecture. Convolutional neural networks basically have an input layer, an output layer, and multiple hidden layers between the input and output layers.

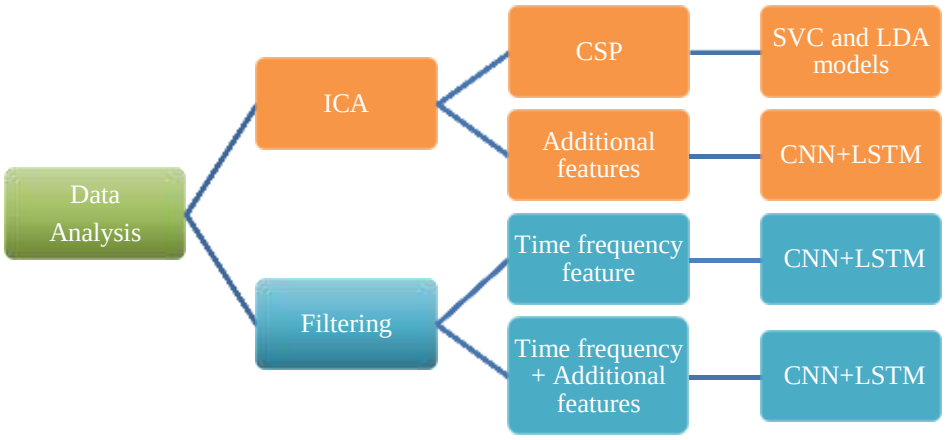


Fig. 2. Summary of the methods followed for classification in the study

3. RESULT & DISCUSSION

The module was written using the coding information used in the naming of the data set and the process was automated. In this way, the options were customized, the desired codes could be obtained and data manipulation was facilitated. Then, in order to examine the power levels according to the electrodes, the Fourier transform was applied to the fist imaginary, fist clenched and leg-fist clenched data and the frequency spectrum was obtained. Since the mains AC frequency was determined as 60 Hz in the year the data was collected, the power level

fluctuations were seen at this frequency. Without applying any filter to the data, the time-frequency space of the channels according to the electrodes was examined according to the Multitaper method (Figure 3).

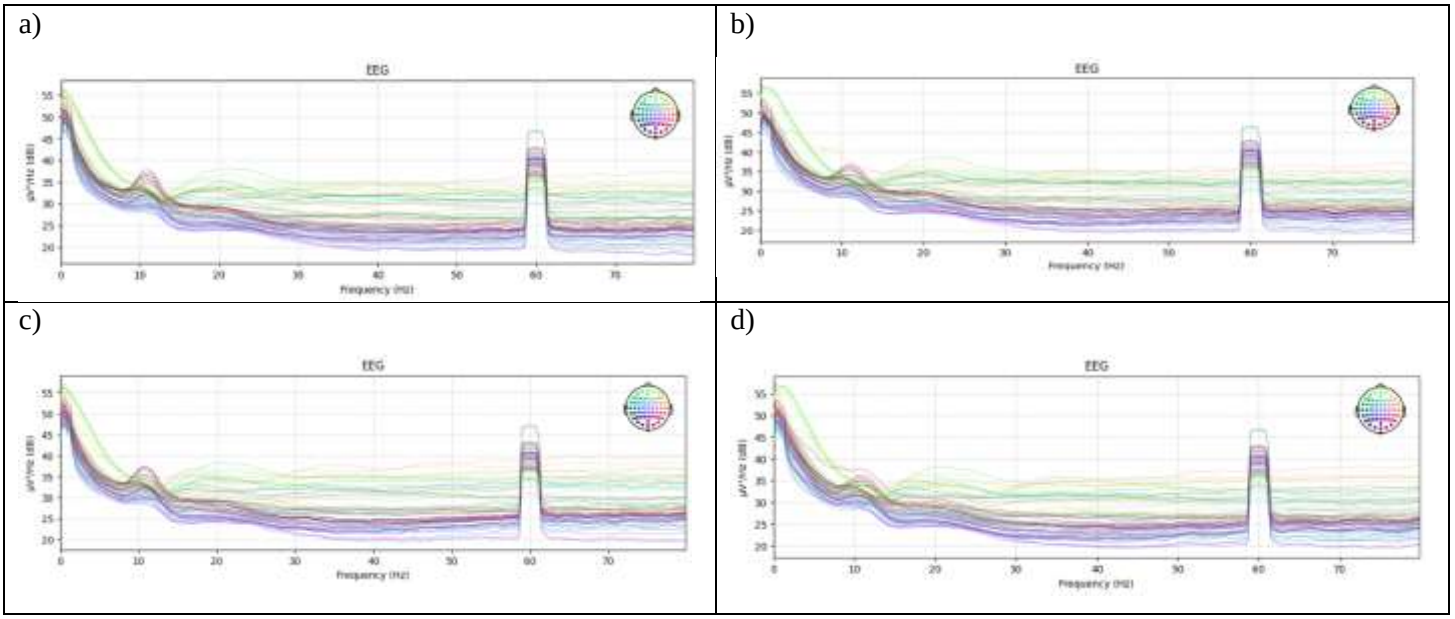


Fig. 3. Power spectra generated with the multitaper method a) Right-left fist imaginary b) Right-left fist clenching c) Both fists, both legs imaginary d) Both fists, both legs clenched

When the fist imaginary power spectrum is examined, a significant increase is seen in the imaginary data between approximately 8-30 Hz. In order to make the discrimination a little more apparent, if we display all the windows from 200 ms before the event to 3 s after the event for each event, it is seen that there is an amplitude decrease in these imaginary data when the event occurs. Although not obvious, the fact that the frontal channels in particular generally show negative amplitude at low frequencies raises the question of whether these channels are related to eye blink signals. It is revealed that the power spectral density method does not create a significant difference that can be seen with the eye in terms of motor imaginary and the realization of motor function. Examining only in frequency space does not show distinguishing features.

While brain frequency bands were examined in order to further clarify the frequency range (Figure 4), data recorded at rest, with eyes open and closed, were examined in order to analyze the situation that could be associated with eye blink signals (Figures 5-6).

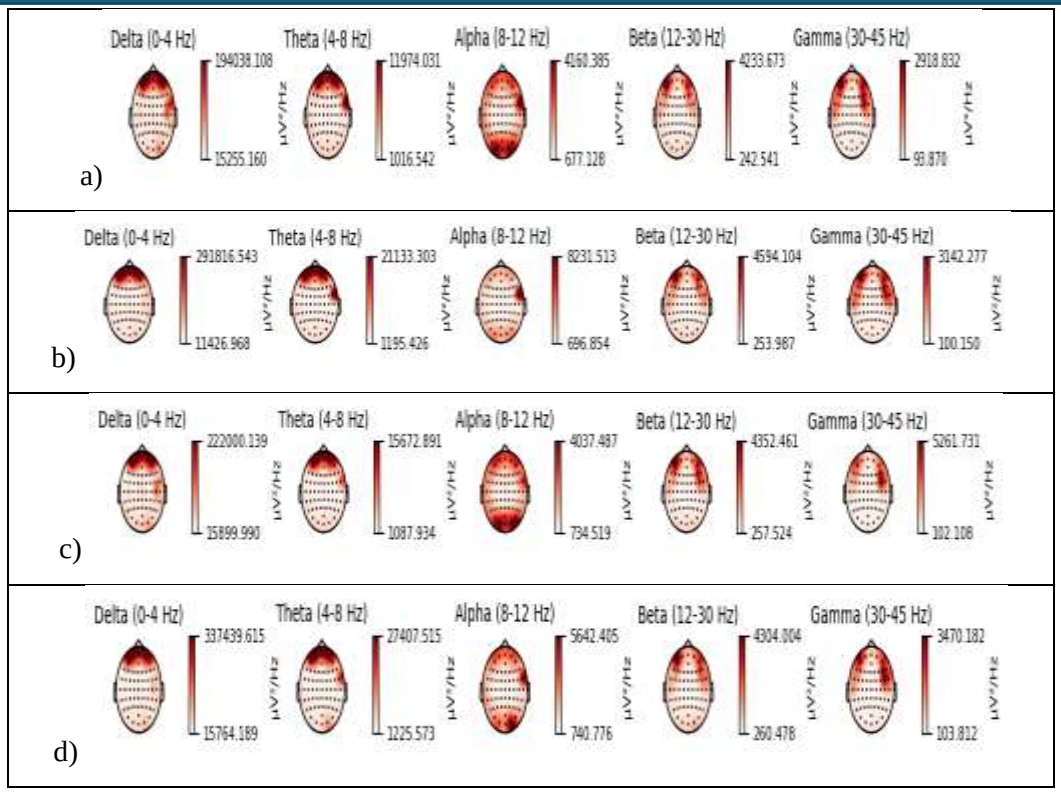


Fig. 4. Power values according to electrodes a) Right-left fist imaginary b) Right-left fist clenching c) Both fists, both legs imaginary clenching d) Both fists, both legs clenching

When Figure 4 is examined, it is seen that signals lower than 8 Hz are concentrated in the front electrodes. It can be said that the fist clenching event (Figure 4.b) shows intensity between 8-45 Hertz in the front left and front right electrodes compared to the imagery data, and information is provided up to 80 Hz. It is a clear indicator that there is a great similarity between the imagery data and the clenching data between 12-45 Hz. Although the imagery fist data is concentrated between 8-12 Hz in the back electrodes, it is seen that it gives high amplitude in almost all electrodes. In the leg-fist imaginary clenching and leg-fist clenching, there is intensity in the electrodes between 8-12 Hz and 30-45 Hz (Figure 4.c-d). In other words, while there is a greater intensity in the back electrodes between 8-12 Hz in the imagery data, the regions where imagery data and non-imagery data are concentrated between 8-45 Hertz and the power values they show are approximately the same.

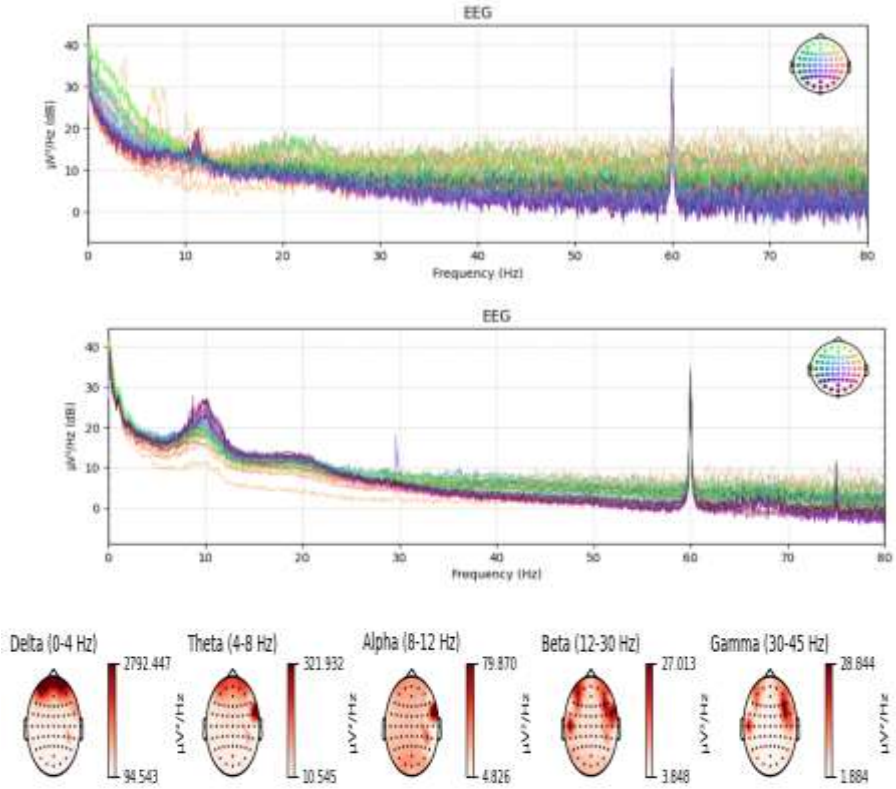


Fig. 5. Eyes open a) Noise data b) Power values according to electrodes

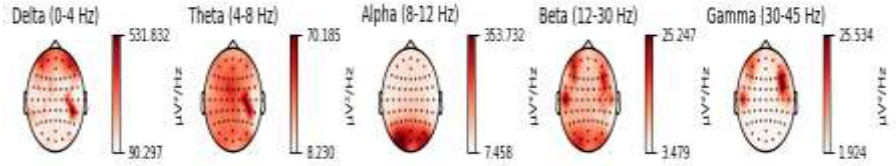


Fig. 6. Eyes close a) Noise data b) Power values according to electrodes

When the eyes are closed, there is no increase in power in the 8-12 Hz band and no excessive concentration in the front electrodes in signals lower than 8 Hz. When the imagery and squeezing data are compared to the eye-open data and examined, it is seen that there is almost a 100-fold power difference in signals lower than 8 Hz compared to the eye-open data. For this reason, the process should be continued by eliminating the blink patterns in signals lower than 8 Hz. It can be seen that the noise data does not contribute significantly when compared to the imagery and squeezing data between 8-45 Hz. When the contribution of the network noise is wondered, when the power between 58-62 Hz is examined, the power values have a very small value compared to the original data. The power values remain at a very small value compared to the original data. Although the 60 Hz network noise is thought not to affect the frequency bands lower than itself, factors such as grounding quality can cause noise in the original data

while the data is being collected. Here, the original data should be cleaned according to the eye-blink data.

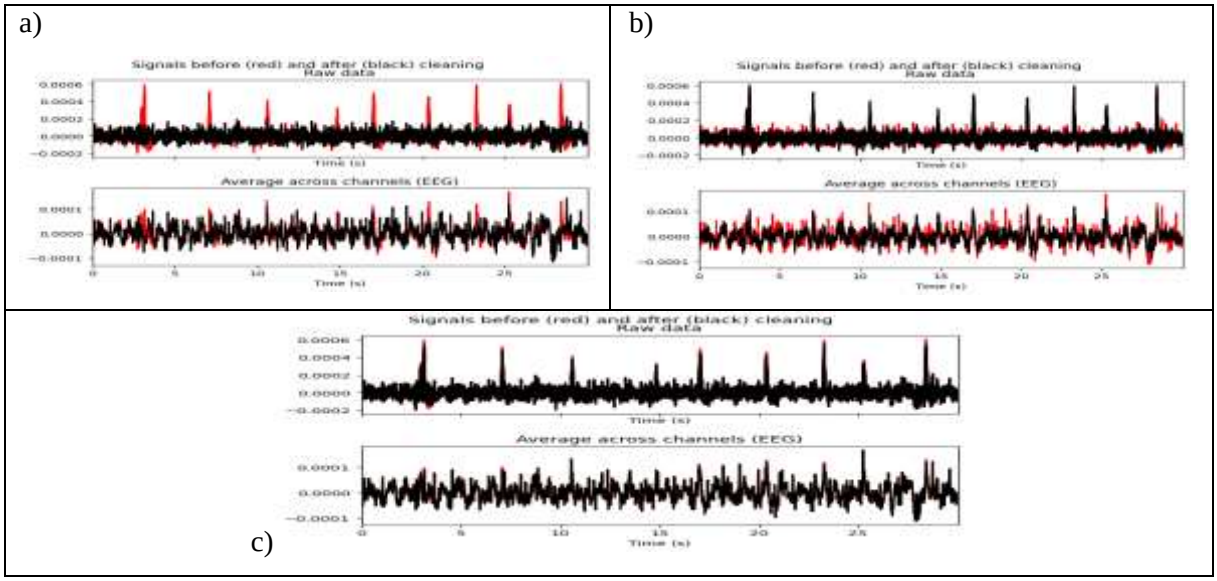


Fig. 7. a) ICA 000 Effect b) ICA 001 Effect c) ICA 010 Effect

When the figures belonging to the components are evaluated, it is seen that the ICA 010 component does not have an effect on the data and if this component is selected for cleaning, it may cause information loss, therefore its use is rejected. Taking this selection a little further and generating an EOG signal by taking the FPZ channel as a reference to make a sure decision, the decision given by the model will choose the ICA000 component because the correlation relationship has a value of -1. When we examine the issue of why it chooses this in the time space, it shows that the ICA000 data causes a negative increase and distortion at the time the event occurs. When we take the 'O1' channel, which is the most related to ICA 001, as a reference to confirm the ECG data, the ECG data can be obtained in the same way. In order to automate this situation in all data, correlation measurement and EOG artifacts will be cleaned by taking the FPZ channel as a reference.

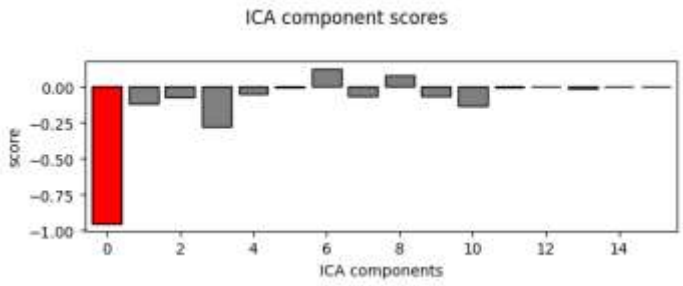


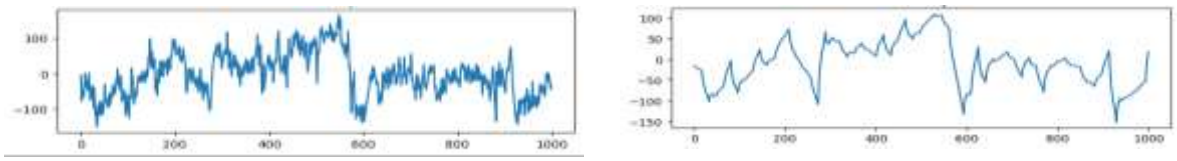
Fig. 8. ICA Component Score

When the results obtained from the ICA analysis, which was conducted to reveal the similarities of the squeeze and imagery data with the variance ratios, were examined, this similarity was revealed once again. At the same time, the hypothesis that the created model's ability to establish a relationship between the squeeze and imagery data was very high was confirmed.

Table 2. Classification of squeeze and imagination states accuracy according to frequencies

Comparison of Variance Explained According to Frequency Intervals	Clench event	Imagine event
0.1-4 Hz	55%	62%
4 – 8 Hz	50%	58%
8-12 Hz	58%	62%
12-30 Hz	53%	58%
30-80 Hz	10%	25%

Since there was still noise data after preserving ICA, one more layer was made cleaner with Wavelet. Figure 9 shows that the frustrations were obtained when the discrete wavelet decomposition was run.



a) b)

Fig. 9. Filtering with Wavelet a) Unfiltered data b) Filtered data

It is seen that a great cleaning can be done with Wavelet and the filtering is quite successful. However, although the Wavelet method is a good method for eliminating noise, it is seen that it is unsuccessful in capturing signals such as eye blinking. It is seen that the data is affected by the noise too much and fluctuates. For this reason, ICA is first applied to the data and the eye blinking signals in the data are detected and removed from the signal, then unnecessary noise is eliminated with Wavelet.

After feature extraction, classical model training was performed to evaluate the performance of classical machine learning models in terms of how successful they are in classifying the data.

When MLP classification, 8-30 Hz filtering and 20-component PCA are applied, the cross-accuracy is as in Figure 10.a, while the relationship between the model's actual outputs and predictions is as follows, and the randomly estimated accuracy is 78.6%. The value that should be trusted in this model is the cross-validation value. Since this value selects random training and test data, it makes a more effective generalization on the model. When the distinction is made for 3 classes with Kmeans and the outliers are detected with ISO, it makes a distinction as in the graph in Figure 10.b. The outliers are seen in Figure 10.c.

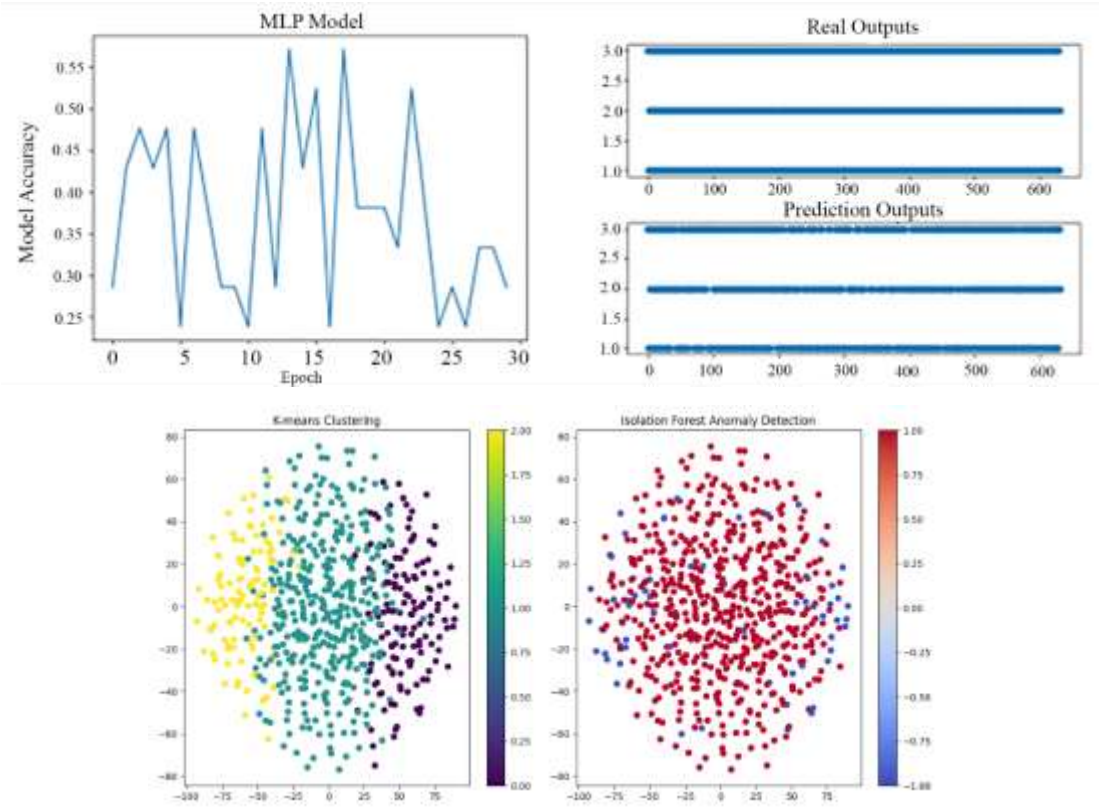


Fig. 10. a) Cross-correlation plot when PCA is applied b) MLP model output c) Kmeans clustering

Each feature was processed in parallel in a different model and the dimensions were reduced with CNN1D layers. Time-dependent features were applied to LSTM layers and performance graphs were created.

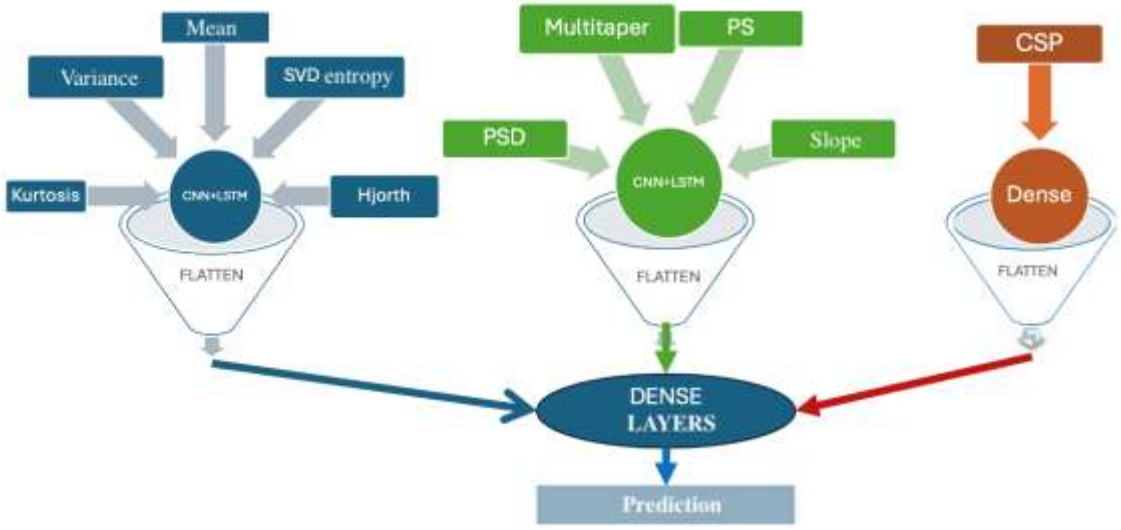


Fig. 11. Pool model architecture of CNN+LSTM classifications

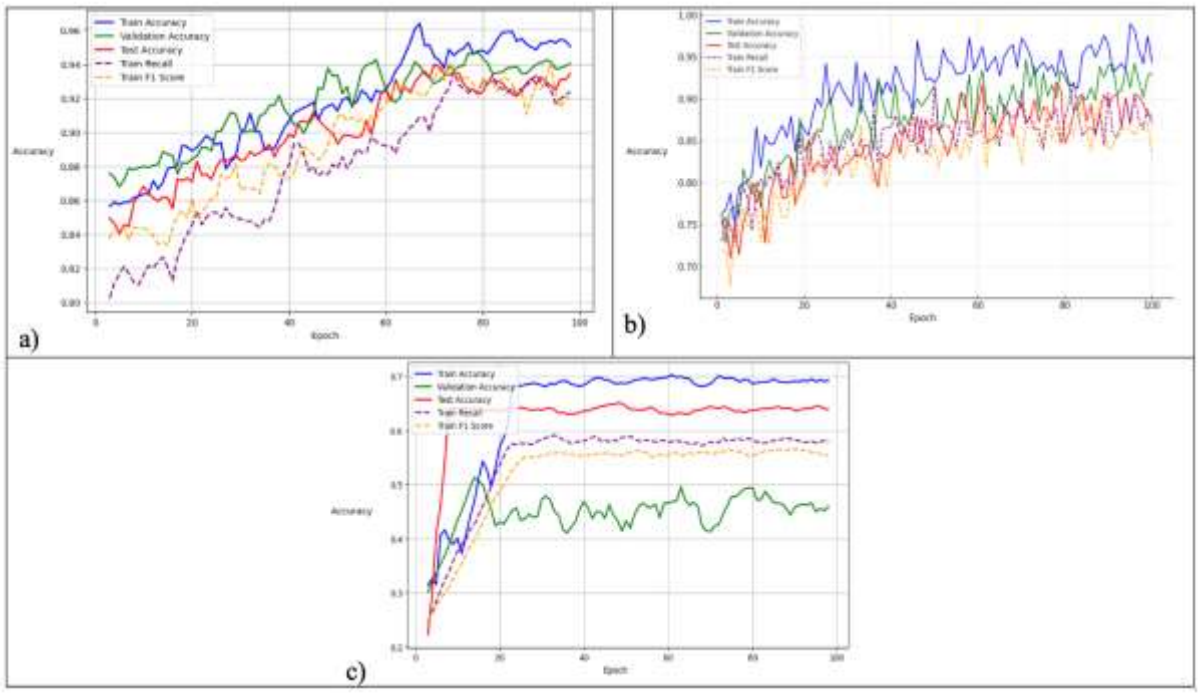


Fig. 12. Model performance curves a) Right, Left, Resting b) Both feet, both fists and resting c) Right, Left, both fists, both legs, resting

Table 3. Model performance accuracies

Number of Classes	Datas	Test	F1
3	Right, Left, Resting	%93	%92
3	Both feet, both fists and resting	%91	%87
5	Right, Left, both fists, both legs, resting	%67	%56

When the performance graphs are examined, the best performance is obtained in triple classification, while when the number of classifications is increased to five, the discrimination performance decreases due to the network not being able to provide full learning.

In the evaluation of the SVC model CSP algorithm performance, 86% test accuracy and 83% F1 score were obtained as a result of the triple classification of the data belonging to the left fist imaginary, right fist imaginary and resting, while 85% test accuracy and 83% f1 score were obtained as a result of the triple classification of the data belonging to both fist imaginary, both leg imaginary and resting. When the five-way classification was made with the data of both fists, both legs, right fist, left fist imaginary and resting, 55% test accuracy and 50% f1 score were obtained. The complexity matrices created for each case are shown in Figure 13.

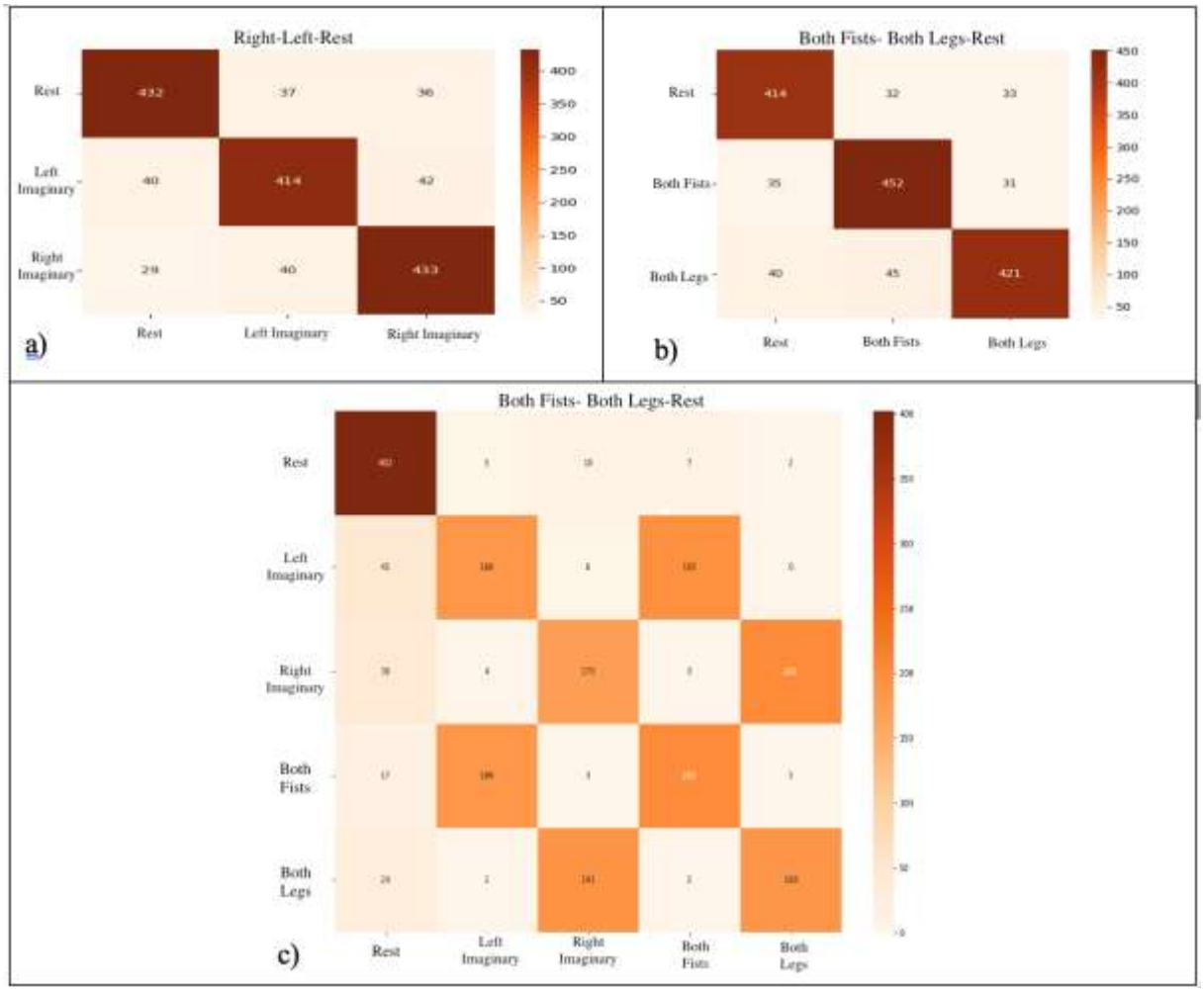


Fig. 13. Confusion matrices a) Right-Left Fist Imagination and Rest b) Both fists imaginary, both legs imaginary and rest c) Both fists, both legs, right fist, left fist imaginary and rest

After determining the number of classifications, the responses of the methods used were examined in terms of the performance of developing a personalized model. First of all, the effect of the number of subjects on the classification was evaluated when the same data set and only the band-pass filter were used but no preliminary work was done. The effect of the channels was kept constant and the effect of the number of people for the same classes was interpreted.

Table 4. Model performance table without any preliminary work

Data Received	Number of classes	Channels	Test Accuracy	Macro Average F1 Score	Number of People
Left, right fist imaginary and rest	3	All	40%	19%	1
	3	CZ, C1, C2, C3, C4, C5, C6	37%	11%	1
	3	All	32%	16%	10

When Table 4 is examined, it is observed that increasing the number of subjects does not create a significant difference in the test accuracy and macro average F1 score in the classification of the imaginary data. It is also seen that the band-pass filter is insufficient in extracting the distinguishing features of the classes. Considering that the number of subjects has no effect, the signals obtained from 5 subjects were tried to be classified with the multitaper method.

Table 5. Multitaper method model performance table

Frequency Range	Training Accuracy	Test Accuracy	Macro Average F1 Score	Method	Normalization
0.5-4 Hz	57%	56%	55%	Time-frequency-power	Z-score conversion
4-8 Hz	58%	26%	21%		
8-12 Hz	65%	45%	37%		
12-30 Hz	61%	26%	22%		
30-45 Hz	67%	43%	35%		
0.5-4 Hz	34%	30%	16%	Time-frequency-angle	Min-max sizing
4-8 Hz	36%	21%	18%		
8-12 Hz	35%	30%	16%		
12-30 Hz	35%	34%	17%		
30-45 Hz	%34	%30	%16		

After noise cleaning with the ICA method, the outputs were created by feeding the feature vector obtained with the Hjorth Complex, Kurtosis Factor, Svd Entropy, Mean, Variance, Wavelet summarized data, filtered spectrum between 7-30 Hz, slope properties handled according to 7-30 Hz filtered channels with the result model (Table 6).

Table 6. Performance table of all data obtained in the first method

Number of People	Number of Classes	Datas	Test Accuracy	Macro Average F1 Score
1	2	Right, left fist imaginary	99%	99%
10	2		55%	45%
100	2		97%	96%
1	3	Right, left fist imaginary, rest	79%	80%
10	3		36%	36%
100	3		91%	87%
1	5	Both fist imaginary, both leg imaginary and rest	45%	44%
1	4		50%	52%
10	4	Both fist imaginary, both legs imaginary	38%	37%
100	4		70%	58%
10	3	Both fist imaginary and reality	47%	46%
10	3	Both fist, both leg imaginary and reality	50%	49%

When looking at Table 6, while almost 100% success was achieved for one person in the right-left squeeze imaginary data, the accuracy value almost halved when the number of people increased to 10. This situation can be explained by the fact that learning was not fully realized. However, when the number of people was increased to 100 for the same classes, although there was a slight decrease in the accuracy rate, the accuracy rate was quite high. The reason for this situation is that the network started to memorize. A similar situation was observed in all other events.

Table 7. performance table of all data obtained with the second method

Number of People	Number of Classes	Datas	Test Accuracy	Macro Average F1 Score
10	3	Right, left fist imaginary and rest	%93	%92
30	3		%84	%80
100	3		%86	%83
10	3	Both fist imaginary, both leg fist imaginary and rest	%84	%82
30	3		%83	%80
100	3		%85	%82
10	5	Both fists, both legs imaginary and rest	%50	%47
30	5		%52	%48
100	5		%55	%50

As a result of the findings, it is concluded that the best performance belongs to the classification of the features obtained with the CSP method with the cluster search algorithm and SVC. The findings obtained in this direction are given in the table.

4. Conclusion

When all findings are compared, the best performance was obtained with the CSP algorithm and the SVC model. The best performance obtained was 85% test accuracy and 81% F1 score for 5 classes. When the data was filtered with the ICA algorithm using noise data, the accuracy rate obtained did not increase significantly as the number of people increased. The best rates obtained in the CNN and LSTM combination models were 93% test accuracy and 92% F1 score. According to the findings, it was determined that the features obtained as a result of CSP have a more important place than other features in the problem of motor image classification based on EEG signals. In motor image classification, evaluating the data belonging to each individual within itself increases the performance. It is seen that the performance of the model evaluated individually is superior to the performance of the generalized model. Due to the small number of data compared to the deep learning model, over-learning cannot be prevented despite feature extraction. For a successful generalized motor phantom classifier model, data from thousands of people rather than hundreds of people is needed. The success of a generalized classifier is directly proportional to the number of data, otherwise it may not be a realistic approach to save the model from over-learning.

CRediT authorship contribution statement

Fatih Dönmez: Conceptualization, Investigation, Methodology, Visualization, Writing – review & editing.

Çağrı Yılmaz: Conceptualization, Investigation, Methodology, Visualization, Writing – review & editing.

Özgür Savaş: Conceptualization, Investigation, Methodology, Visualization, Writing – review & editing.

Kübra Keser: Supervision, Conceptualization, Methodology, Writing – review & editing.

Declaration of competing interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

Acknowledgment

The data used in the study were taken from the website 'https://physionet.org/content/eegmmidb/1.0.0/#files-panel'.

REFERENCES

1. Teplan, M. *FUNDAMENTALS OF EEG MEASUREMENT*; 2002; Vol. 2;.
2. Jafari, M.; Shoeibi, A.; Khodatars, M.; Bagherzadeh, S.; Shalbaf, A.; García, D.L.; Gorriz, J.M.; Acharya, U.R. Emotion Recognition in EEG Signals Using Deep Learning Methods: A Review. *Comput Biol Med* 2023, *165*.
3. Minguillon, J.; Lopez-Gordo, M.A.; Pelayo, F. Trends in EEG-BCI for Daily-Life: Requirements for Artifact Removal. *Biomed Signal Process Control* 2017, *31*, 407–418.
4. Siuly, S.; Li, Y.; Zhang, Y. *Health Information Science EEG Signal Analysis and Classification Techniques and Applications*;
5. Janapati, R.; Dalal, V.; Govardhan, N.; Gupta, R. Sen Review on EEG-BCI Classification Techniques Advancements. In Proceedings of the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering; IOP Publishing Ltd, December 4 2020; Vol. 981.
6. Schalk, G.; McFarland, D.J.; Hinterberger, T.; Birbaumer, N.; Wolpaw, J.R. BCI2000: A General-Purpose Brain-Computer Interface (BCI) System. *IEEE Trans Biomed Eng* 2004, *51*, 1034–1043, doi:10.1109/TBME.2004.827072.
7. Kevric, J.; Subasi, A. Comparison of Signal Decomposition Methods in Classification of EEG Signals for Motor-Imagery BCI System. *Biomed Signal Process Control* 2017, *31*, 398–406, doi:10.1016/j.bspc.2016.09.007.
8. *Proceedings of the 30th Chinese Control and Decision Conference (2018 CCDC) : 09-11 June 2018, Shenyang, China*; IEEE Industrial Electronics (IE) Chapter, 2018; ISBN 9781538612439.
9. Chu, Y.; Zhao, X.; Zou, Y.; Xu, W.; Han, J.; Zhao, Y. A Decoding Scheme for Incomplete Motor Imagery EEG With Deep Belief Network. *Front Neurosci* 2018, *12*, doi:10.3389/fnins.2018.00680.

10. Udhaya Kumar, S.; Hannah Inbarani, H. PSO-Based Feature Selection and Neighborhood Rough Set-Based Classification for BCI Multiclass Motor Imagery Task. *Neural Comput Appl* 2017, *28*, 3239–3258, doi:10.1007/s00521-016-2236-5.
11. Kim, C.; Sun, J.; Liu, D.; Wang, Q.; Paek, S. An Effective Feature Extraction Method by Power Spectral Density of EEG Signal for 2-Class Motor Imagery-Based BCI. *Med Biol Eng Comput* 2018, *56*, 1645–1658, doi:10.1007/s11517-017-1761-4.
12. Chatterjee, R.; Maitra, T.; Hafizul Islam, S.K.; Hassan, M.M.; Alamri, A.; Fortino, G. A Novel Machine Learning Based Feature Selection for Motor Imagery EEG Signal Classification in Internet of Medical Things Environment. *Future Generation Computer Systems* 2019, *98*, 419–434, doi:10.1016/j.future.2019.01.048.
13. Sakhavi, S.; Guan, C.; Yan, S. Learning Temporal Information for Brain-Computer Interface Using Convolutional Neural Networks. *IEEE Trans Neural Netw Learn Syst* 2018, *29*, 5619–5629, doi:10.1109/TNNLS.2018.2789927.
14. Kim, C.; Sun, J.; Liu, D.; Wang, Q.; Paek, S. An Effective Feature Extraction Method by Power Spectral Density of EEG Signal for 2-Class Motor Imagery-Based BCI. *Med Biol Eng Comput* 2018, *56*, 1645–1658, doi:10.1007/s11517-017-1761-4.
15. Goldberger, A.L.; Amaral, L.A.N.; Glass, ; Leon; Hausdorff, J.M.; Plamen, ; Ivanov, C.; Mark, R.G.; Mietus, J.E.; Moody, G.B.; Peng, C.-K.; et al. *PhysioBank, PhysioToolkit, and PhysioNet Components of a New Research Resource for Complex Physiologic Signals*; 2000;
16. Nordhausen, K.; Oja, H. Independent Component Analysis: A Statistical Perspective. *Wiley Interdiscip Rev Comput Stat* 2018, *10*.
17. Lakshmi, M.R.; Prasad, T. V; Chandra Prakash, V. *Survey on EEG Signal Processing Methods*; 2014; Vol. 4;.
18. Silik, A.; Noori, M.; Altabey, W.A.; Ghiasi, R.; Wu, Z. Comparative Analysis of Wavelet Transform for Time-Frequency Analysis and Transient Localization in Structural Health Monitoring. *SDHM Structural Durability and Health Monitoring* 2021, *15*, 1–22, doi:10.32604/sdhm.2021.012751.
19. Nigam, H.K.; Srivastava, H.M. Filtering of Audio Signals Using Discrete Wavelet Transforms. *Mathematics* 2023, *11*, doi:10.3390/math11194117.
20. Fernández-Ros, M.; Gázquez Parra, J.A.; García Salvador, R.M.; Castellano, N.N. Optimization of the Periodogram Average for the Estimation of the Power Spectral Density (PSD) of Weak Signals in the ELF Band. *Measurement (Lond)* 2016, *78*, 207–218, doi:10.1016/j.measurement.2015.10.006.
21. Tang, Y.; Chen, D.; Li, X. Dimensionality Reduction Methods for Brain Imaging Data Analysis. *ACM Comput Surv* 2021, *54*, doi:10.1145/3448302.
22. Subasi, A.; Gursoy, M.I. EEG Signal Classification Using PCA, ICA, LDA and Support Vector Machines. *Expert Syst Appl* 2010, *37*, 8659–8666, doi:10.1016/j.eswa.2010.06.065.
23. Ziat, A.; Delasalles, E.; Denoyer, L.; Gallinari, P. Spatio-Temporal Neural Networks for Space-Time Series Forecasting and Relations Discovery. In Proceedings of the Proceedings - IEEE International Conference on Data Mining, ICDM; Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., December 15 2017; Vol. 2017-November, pp. 705–714.
24. Rahman, M.H.; Xie, C.; Sha, Z. Predicting Sequential Design Decisions Using the Function-Behavior-Structure Design Process Model and Recurrent Neural Networks. *Journal of Mechanical Design* 2021, *143*, doi:10.1115/1.4049971.
25. Jyotishi, D.; Dandapat, S. An LSTM-Based Model for Person Identification Using ECG Signal. *IEEE Sens Lett* 2020, *4*, doi:10.1109/LSENS.2020.3012653.
26. Gavcar, E.; Metin, H.M. *Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi / Cilt:10 / Sayı:2 / Aralık*; 2021; Vol. 10;.
27. EEG Sinyallerinde Motor Hayali Sınıflandırma, Bitirme Tezi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi Simav Teknoloji Fakültesi,2025.

THE EFFECTS OF MIXED GAS UTILIZATION ON CUTTING PERFORMANCE IN INDUSTRIAL LASER CUTTING PROCESS

Eyüp ÇAĞLAR
Bursa Uludag University, Engineering Faculty, Department of Electrical and Electronics Engineering, 16059, Görükle, Bursa
Baykal Machinery Industry and Trade Inc. 16140, Nilüfer, Bursa
ORCID: 0009-0005-3985-5262
Abdurrahman GÜNDAY
Bursa Uludag University, Engineering Faculty, Department of Electrical and Electronics Engineering, 16059, Görükle, Bursa
ORCID: 0000-0002-3262-3494

ABSTRACT

The laser cutting is widely used in industrial production due to its high precision, efficiency, and flexibility. The correct selection of assist gases used during the cutting process plays a critical role in determining the quality and performance of the cutting process. In this process, especially the effects of combinations of oxygen, nitrogen, and air, in other words, mixed gases, on cutting speed, cutting edge quality, and thermal impact zones are important. Furthermore, throughout the process, the oxidation reactions, cooling effects, and material removal efficiency of the mixed gases must be balanced and it is necessary to ensure that cutting performance is accurately optimized. In this study, the effects of mixed gas usage on cutting performance during the industrial laser cutting process have been investigated. In this context, the mixed gases have been compared with conventional single-gas methods in terms of parameters such as cutting quality and cutting speed. The laser cutting operations have been performed on stainless steel (AIS304) and mild steel (ST37) plates using a fiber laser cutting machine with an output power of 8 kW. In laser cutting processes, a gas mixture consisting of 4 % oxygen (O_2) and 96 % nitrogen (N_2) has been utilized as the mixed gas. In addition, cutting width, surface roughness (Ra), and dross formation parameters have been analyzed to determine the criteria for cutting quality.

The obtained results showed that mixed-gas-assisted cutting provided up to a 30 % improvement in cutting quality and approximately a 40 % increase in cutting speed compared to pure oxygen, nitrogen, and air cutting. In other words, in laser cutting processes, the use of optimized mixed gas compositions significantly improved cutting quality and cutting speed values compared to the conventional use of pure oxygen, nitrogen, and air. Moreover, when gas consumption rates and operating costs have been evaluated, it has been observed that the mixed gas reduced total gas usage by approximately 20 % without compromising cutting speed and

enhanced the sustainability of the process. Consequently, the findings obtained in this study support the use of mixed gas in industrial laser cutting applications to achieve superior cutting performance and cost efficiency.

Keywords: Laser cutting, mixed gas, cutting performance, stainless steel (AIS304), mild steel (ST37), surface roughness, cutting speed

ENDÜSTRİYEL LAZER KESİM İŞLEMİNDE KARIŞIM GAZ KULLANIMININ KESİM PERFORMANSI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

ÖZET

Lazer kesim, yüksek hassasiyet, verimlilik ve esnekliği sayesinde endüstriyel üretimde yaygın olarak kullanılmaktadır. Kesim işlemi esnasında kullanılan yardımcı gazların doğru seçimi, kesim sürecinin kalite ve performansını belirlemede kritik bir rol oynamaktadır. Bu süreçte, özellikle oksijen, azot ve hava kombinasyonlarının, diğer bir ifadeyle karışım gazların, kesim hızı, kesim kenarı kalitesi ve ısıl etki bölgeleri üzerindeki etkileri önemlidir. Ayrıca, işlem boyunca, karışım gazların oksidasyon reaksiyonları, soğutma etkileri ve malzeme uzaklaştırma verimliliği dengelenmeli ve kesim performansının doğru bir biçimde optimize edilmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, endüstriyel lazer kesim işlemi sürecinde karışım gaz kullanımının kesim performansı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bu kapsamda, geleneksel tek gazlı yöntemlerle, karışım gazların, kesme kalitesi ve kesim hızı gibi parametreleri karşılaştırılmıştır. Lazer kesim işlemleri, 8 kW çıkış gücüne sahip fiber lazer kesim makinesi kullanılarak paslanmaz çelik (AIS304) ve yumuşak çelik (ST37) levhalar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Lazer kesim işlemlerinde, karışım gaz olarak % 4 oksijen (O_2) ve % 96 nitrojen (N_2) kombinasyonlarından oluşan gaz karışımından yararlanılmıştır. Ayrıca, kesme kalitesi ölçütlerini belirlemek için kesme genişliği, yüzey pürüzlülüğü (Ra) ve cüruf oluşumu parametreleri analiz edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar, karışım gaz destekli kesimin, saf oksijenli kesime kıyasla kesim kalitesinde % 30'a varan bir iyileşme ve kesim hızında yaklaşık % 40'lık bir artış sağladığını göstermiştir. Diğer bir ifadeyle, lazer kesim proseslerinde, optimize edilmiş karışım gaz bileşimlerinin kullanımı, geleneksel saf oksijen, azot ve hava kullanımına kıyasla, kesim kalitesinde ve kesim hızı değerlerinde önemli ölçüde iyileşme sağlamıştır. Ayrıca, gaz tüketim oranları ve işletme maliyetleri de değerlendirildiğinde, karışım gazın, kesim hızından ödün vermeden toplam gaz kullanımını yaklaşık % 20 oranında azalttığı ve prosesin sürdürülebilirliğini artırdığı görülmüştür. Sonuç olarak, bu çalışmada elde edilen bulgular,

üstün kesim performansı ve maliyet verimliliği elde etmek için endüstriyel lazer kesim uygulamalarında, karışım gazın kullanılmasını desteklemektedir.

Anahtar Kelimeler: Lazer kesim, karışım gaz, kesim performansı, paslanmaz çelik (AIS304), yumuşak çelik (ST37), yüzey pürüzlülüğü, kesim hızı

1. INTRODUCTION

The laser cutting process is widely preferred in industry, especially in sheet metal manufacturing, due to its advantages such as efficiency, precision, and flexibility compared to traditional cutting processes (Antonov et al., 2005; Bai et al., 2020; Qin et al., 2022; He et al., 2022). Therefore, correctly determining the auxiliary gases used during the cutting process plays a critical role in determining the quality and performance of the cutting process (Riveiro et al., 2019, Wang et al., 2025; Xu et al., 2025). In this process, the use of oxygen, nitrogen, and air mixtures, in particular, has a decisive impact on cutting quality and thermal impact zones (Steen, 2010; Hafez, 2023). Furthermore, throughout the cutting process, the oxidation reactions of the mixed gases, cooling effects, and material removal efficiency must be balanced to accurately optimize cutting performance (Riveiro et al., 2019; Xing et al., 2021; Lie et al., 2022; Liu et al., 2022).

This study analyzes the effects of using mixed gases in the industrial laser cutting process on sheet metal cutting performance. In this context, parameters such as cutting quality and cutting speed are compared with traditional single-gas methods using mixed gases. In this study, a fiber laser cutting machine with an output power of 8 kW has been used in the experimental cutting process. The materials to be cut are stainless steel (AIS304) and mild steel (ST37) sheets. A gas mixture consisting of 1.5 % - 4 % oxygen (O_2) and 96 % - 98.5 % nitrogen (N_2) has been used as the cutting gas. The study also analyzed cutting width, surface roughness, and dross formation parameters to determine cutting quality criteria.

2. MATERIAL AND METHOD

2.1. Material

The mild steel and the stainless steel, which are the most commonly used materials in the laser-cutting industry have been selected for the cutting tests. The power used (8 kW) has also been chosen from the most frequently cut thicknesses. The chosen materials and their properties are given below.

- Stainless Steel (AIS304), thickness: 4.0, 6.0, 10.0 mm
- Mild Steel (ST37), thickness: 6.0, 10.0 mm

2.2. Laser Cutting Settings

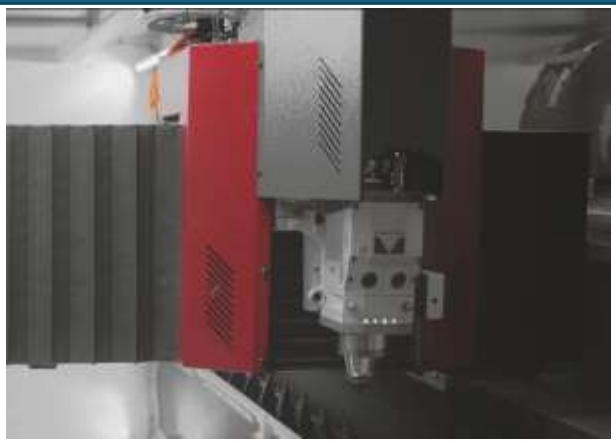
The experimental cutting processes in this study have been performed on the laser cutting machine shown in Figure 1. This machine has a rigid mechanical body with high acceleration and high positioning accuracy (0.02 mm). It is also a fully CNC controlled machine capable of reaching high speeds.



Fig. 1. BLS Pro laser cutting machine

The IPG YLS series has been selected as the resonator for the laser, a unit with high stability and a built-in reflection detection system. In addition, a Precitec brand cutting head with a focus distance of ± 45 mm, as shown in Figure 2.a. It has been used to ensure accurate focusing of the incoming laser beams on the material. To ensure the gas mixture is in the desired proportions, the Höerbigger LasGAM mixing unit shown in Figure 2.b has been employed. The equipment used for the cutting operations and their specifications are given as following.

- Laser Machine: BLS PRO 2508/8 kW
- Laser Power: 8 kW Fiber Laser
- Cutting Head: CNC-controlled, Precitec CutPro 2.0
- Cutting Gases: Pure oxygen, nitrogen cylinders
- Gas Flow Rate: Adjustable (10 - 30 L/min)
- Gas Mixer: LasGAM Piezo Controlled Gas Mixing System (Hoerbiger)



(a)



(b)

Fig. 2. a) Precitec CutPro 2.0 cuttig head and **b)** Hoerbiger LasGam mixed gas unit

The gas mixtures have been varied according to the ranges in Table 1, and cutting trials have beeen carried out on that basis to identify the best cutting quality.

Table 1. Mixed gas compositions tested

1.1 Types of Gases	**1.2 O_2 (%)**	**1.3 N_2 (%)**
1.4 Oxygen	1.5 100	1.6 0
1.7 Nitrogen	1.8 0	1.9 % 100
1.10 Oxygen and Nitrogen Mixture	1.11 1.5 % - 4 %	1.12 96 % - 98.5 %

The tests for cutting processes have been performed using constant power (8 kW) and pure oxygen/nitrogen/mixed gases in that order, depending on the material. Numerous part cuts have been made to statistically validate all tests.

The following parameters have been utilized as evaluation parameters.

- Burr formation (visual inspection and burr height measurement)
- Cutting angle and surface roughness (Ra) with profilometer (surface roughness tester)
- Surface quality
- Gas consumption with flowmeters

3.FINDINGS

3.1.Cutting Quality Analysis

In this study, the speed value, one of the most critical parameters in achieving high-quality laser

sheet metal cutting has been computed. The obtained optimum speed parameters are shown in Table 2 for stainless steel and in Table 3 for mild steel, respectively.

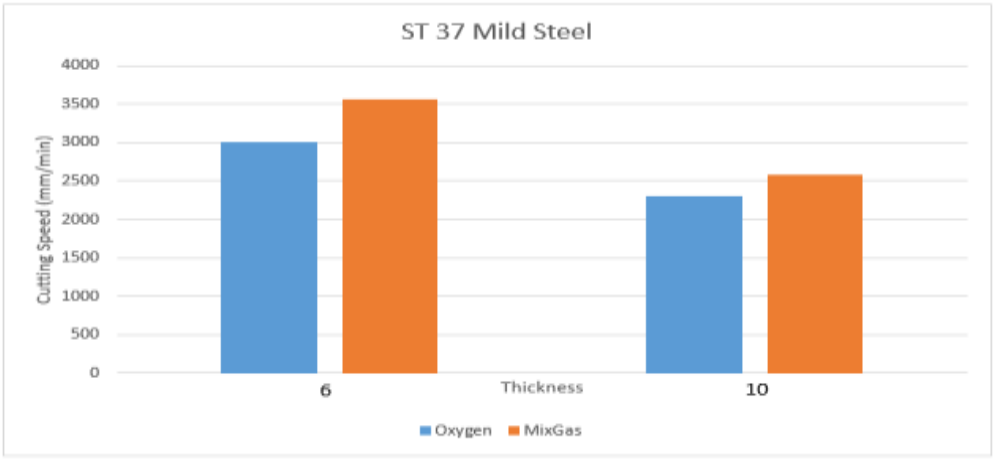
Table 2. Speed values determined for optimum quality in stainless steel

1.13 Material	**1.14 Thickness (mm)**	**1.15 Usage of N_2 (mm/min)**	**1.16 Usage of Mixed Gas (mm/min)**	**1.17 Increase Rate (%)**
1.18 AIS304	1.19 4.0	1.20 18000	1.21 23400	1.22 30
1.23 AIS304	1.24 6.0	1.25 9000	1.26 11400	1.27 27
1.28 AIS304	1.29 10.0	1.30 5000	1.31 6250	1.32 25

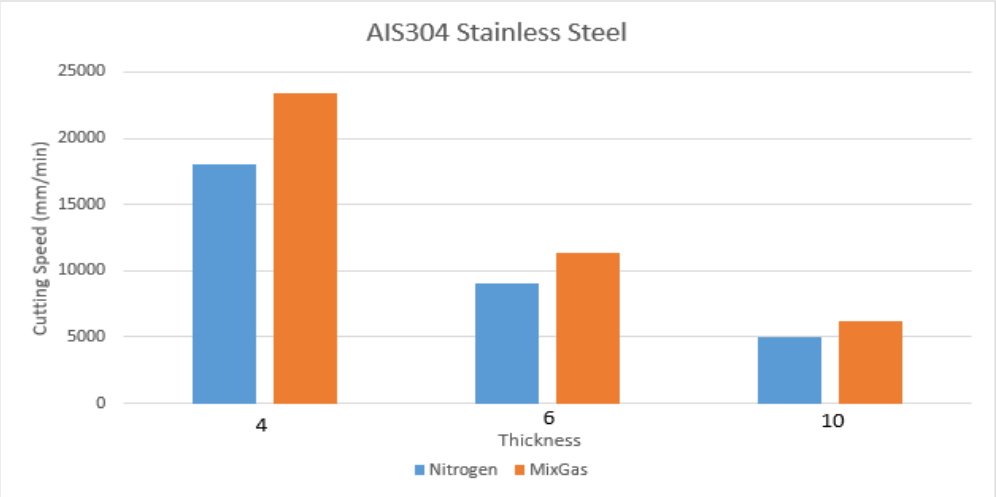
Table 3. Speed values determined for optimum quality in mild steel

1.33 Material	**1.34 Thickness (mm)**	**1.35 Usage of N_2 (mm/min)**	**1.36 Usage of Mixed Gas (mm/min)**	**1.37 Increase Rate (%)**
1.38 ST 37	1.39 6.0	1.40 3000	1.41 3560	1.42 19
1.43 ST 37	1.44 10.0	1.45 2300	1.46 2580	1.47 13

The speed difference graphs for the cut parts for mild steel and stainless steel are shown in Figures 3.a and 3.b, respectively.



(a)



(b)

Fig. 3. The effect of single gas and mixed gas usage on cutting speeds for a) mild steel and b) stainless steel

As can be seen from Tables 2 and 3, significant increases in cutting speeds have been observed. This results in a proportional reduction in total cutting times, thus providing significant gains in terms of total cost and sustainability.

Figures 3a and 3b demonstrate that the use of mixed gases in laser cutting of stainless and mild steels provides measurable benefits compared to the use of pure oxygen and nitrogen. This is due to reduced surface roughness, decreased oxidation, and improved gas flow dynamics, resulting in improved cutting accuracy and edge quality of the sheet metal. The heat-affected regions on the material are associated with lower peak temperatures. This minimizes thermal distortion and residual stresses, benefiting the mechanical properties.

The cutting trials produced a 25 % improvement in the surface finish. Additionally, Figure 4 demonstrates a reduction in burr rate of up to 95 %, leading to an almost burr-free cut. As clearly seen from the Figure 4, the surface quality is bright, with no black oxide layer formed due to oxidation, and the parts required no secondary processing. This elimination of a secondary operation will contribute to overall productivity. The numerical values obtained from the cutting results are summarized in Table 4.



Fig. 4. The effect of single gas and mixed gas cutting on dross quality

1.48 **Types of Gases**	**1.49 Surface Roughness 1.50 Ra (µm)**	**1.51 Burrc 1.52 (mg/cm)**	**1.53 Surface Quality**
1.54 O_2 (100%)	1.55 3.5 ± 0.4	1.56 15.2 ± 1.1	1.57 Surface covered with 83% black layer
1.58 Mixed Gas (4 % O_2/ 96 % N_2)	1.59 2.8 ± 0.3	1.60 4.5 ± 0.9	1.61 % 98 shiny surface

Table 4. Average cutting quality measurement values

3.2. Gas Consumption and Cost Analysis

In cutting operations using mixed gas, total gas consumption has been reduced by up to 20 %, as shown in Table 5. This is mainly due to the lower oxygen flow rates. Production costs have also decreased by approximately 10.5 %. This is because the reduction in cutting quality eliminates the need for a second processing step, and the increased speeds due to the oxygen gas in the mixture shorten cutting times.

Table 5. Gas consumption and cost analysis values

1.62 Types of Gases	**1.63 Total Gas Flow 1.64 (L/min)**	**1.65 Average Decrease 1.66 (%)**
1.67 N_2 (100 %)	1.68 250 – 800	1.69 20
1.70 Mixed Gas (4 % O_2 / 96 % N_2)	1.71 300 – 600	

Overall, an industrial assessment indicates that decreased gas consumption and lower operating costs resulting from mixed gas use highlight its economic and environmental advantages.

4.DICUSSION AND CONCLUSION

This study demonstrated that the use of optimized mixed gas compositions as assist gases in laser cutting offers significant advantages compared with conventional pure oxygen or pure nitrogen support. The cutting results indicate that appropriately designed mixed gas systems substantially improve cutting quality, particularly with respect to surface roughness, burr

formation, and overall cutting stability.

It has been observed that mixed gas assisted cutting yielded up to a 30 % improvement in cut quality and an approximately 40 % increase in cutting speed compared with pure-oxygen cutting. In other words, the use of optimized mixed-gas compositions in laser cutting significantly enhanced both cut quality and cutting speed relative to conventional pure oxygen or nitrogen assistance. Moreover, evaluation of gas consumption rates and operating costs showed that the mixed gas reduced total gas usage by about 20 % without sacrificing cutting speed, thereby improving the process sustainability.

The findings further indicate that mixed-gas applications can support sustainable manufacturing practices while contributing to improved process efficiency. Overall, the results provide strong justification for broader adoption of mixed-gas systems in industrial laser-cutting applications, since these systems deliver high-quality cutting performance alongside cost-effective and energy-efficient production strategies. Consequently, future research will focus on extending this analysis to different material types, varying laser power levels, and a wider range of cutting parameters in order to develop more comprehensive and generalizable optimization strategies for laser-cutting technologies.

REFERENCES

Antonov, A. N., Galushkin, M. G., Dubrov, V. D., Dubrovin, N. G., Dubrovina, E. A., & Panchenko, V. Y. (2005, October). Gas laser cutting of metal with oxygen concentration control in assist gas mixture. In *Lasers and Applications* (Vol. 5958, pp. 756-767). SPIE.

Bai, Y., Zhang, J., Zhao, C., Li, C., & Wang, H. (2020). Dual interfacial characterization and property in multi-material selective laser melting of 316L stainless steel and C52400 copper alloy. *Materials Characterization*, *167*, 110489.

Hafez, K. M. (2023). The influence of shielding gases on keyhole-induced porosity and nitrogen absorption in SS 304 stainless steel fiber laser welds. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *127*(3), 1887-1894.

He, Y., Xie, H., Ge, Y., Lin, Y., Yao, Z., Wang, B., ... & Sun, Y. (2022). Laser cutting technologies and corresponding pollution control strategy. *Processes*, *10*(4), 732.

Liu, Y., Zhang, S., Zhao, Y., & Ren, Z. (2022). Experiments on the kerf quality characteristic of mild steel while cutting with a high-power fiber laser. *Optics & Laser Technology*, *154*, 108332.

Qin, T., Zhong, Z., Jiao, H., Zhou, L., Huang, Y., & Long, Y. (2022). Experimental study on gas-assisted laser cutting carbon fiber reinforced plastics. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, *119*(9), 6361-6370.

Riveiro, A., Quintero, F., Boutinguiza, M., Del Val, J., Comesaña, R., Lusquiños, F., & Pou, J. (2019). Laser cutting: A review on the influence of assist gas. *Materials*, *12*(1), 157.

Steen, W. M., & Mazumder, J. (2010). Laser material processing. springer science & business media.

Wang, H., Li, R., Liu, J., Zhou, W., Xia, K., & Yu, G. (2025). A comparative study for demonstrating the effect of the assist gas and E-field on hole generation characteristics induced by femtosecond laser layered ring hole-cutting of magnesium alloy AZ91D sheets. *Optics Communications*, *574*, 131110.

Xing, L., Arthanari, S., Yingchun, G., & Ramakrishna, S. (2021). Influence of assist gas on surface

quality and microstructure development of laser metal processing. *Optics & Laser Technology*, *143*, 107310.
Xu, G., Zhu, B., Meng, L., Wei, K., Cao, J., & Zeng, X. (2025). Fine-precision and high-efficient cutting of thick steel plates via a multi-energy synergistic laser-flame hybrid cutting technology. *Journal of Manufacturing Processes*, *156*, 29-40.

MALATYA İLİ ELEKTRİK ENERJİSİ TÜKETİMİ TEMELİNDE YENİLENEBİLİR ENERJİ DESTEKLİ ENERJİ DEPOLAMA SİSTEMLERİNİN ANALİZİ

Sedrettin SÜLE
Inonu University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronics Engineering, 44280 Battalgazi/Malatya
ORCID: 0009-0006-5664-3496
Asım KAYGUSUZ
Inonu University, Faculty of Engineering, Department of Electrical and Electronics Engineering, 44280 Battalgazi/Malatya
ORCID: 0000-0003-2905-1816

ÖZET

Küresel çapta artan enerji talebi, fosil yakıtların çevreye olumsuz etkileri ve çevre dostu enerji politikaları bir taraftan elektrik güç sistemlerinde yenilenebilir enerji kaynaklarının tüketimini hızla arttırırken diğer yandan meteorolojik durumlardan hızlı etkilenebilen güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kesintili ve değişken üretim karakteristiklerinden kaynaklı kararlılık ve güvenilirlik sorunlarını da beraberinde getirmektedir. Bu bağlamda güç sistemlerine dağıtık olarak entegre edilebilen batarya enerji depolama sistemleri (BESS), yenilenebilir enerji kaynaklarıyla birlikte kullanılarak hem şebeke esnekliğinin artırılması hem de üretim dalgalanmalarının etkilerinin azaltılması gibi işlevleri yerine getirerek modern ve akıllı şebekelerin vazgeçilmez bileşenleri haline gelmektedir.

Bu bildiride, yenilenebilir enerji kaynakları entegre edilen akıllı şebekeler için batarya enerji depolama sistemlerinin önemi ele alınmakta, enerji arz ve talebi arasındaki dengenin sağlanması ve maksimum yüklerin azaltılması için MATLAB/Simulink ortamında geliştirilen model ile Malatya İline ait 24 saatlik elektrik tüketim profiline gerçek güneş ve rüzgâr santrallerine ait günlük elektrik üretim profilleri entegre edilerek BESS'in sistem performansı üzerindeki etkileri analiz edilmektedir. Elde edilen sonuçlar, batarya enerji depolama sistemlerinin vadi doldurma, yük dengeleme ve tepe düzeltme desteği ile hat kayıplarını azaltmak için etkin bir araç olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Akıllı Şebekler, Batarya, Enerji Depolama Sistemleri, Yük Dengeleme

ANALYSIS OF RENEWABLE ENERGY–SUPPORTED ENERGY STORAGE SYSTEMS BASED ON THE ELECTRICITY CONSUMPTION PROFILE OF MALATYA PROVINCE

ABSTRACT

The rapid growth in global energy demand, the adverse environmental impacts of fossil fuels, and the adoption of environmentally friendly energy policies have significantly accelerated the

penetration of renewable energy sources into electrical power systems. However, the intermittent and variable generation characteristics of renewable energy sources such as solar and wind, which are highly dependent on meteorological conditions, also introduce stability and reliability challenges to power systems. In this context, battery energy storage systems (BESS), which can be distributedly integrated into power systems, have become indispensable components of modern and smart grids by being utilized in conjunction with renewable energy sources to enhance grid flexibility and mitigate the effects of generation fluctuations.

In this paper, the importance of battery energy storage systems for smart grids integrated with renewable energy sources is addressed. A model developed in the MATLAB/Simulink environment is used to analyse the effects of BESS on system performance by integrating the 24-hour electricity consumption profile of Malatya province with real daily electricity generation profiles obtained from solar and wind power plants, in order to ensure the balance between energy supply and demand and to reduce peak loads. The obtained results demonstrate that battery energy storage systems can be effectively utilized as a tool to reduce line losses by providing valley filling, load levelling, and peak shaving support.

Keywords: Smart Grids, Battery, Energy Storage Systems, Load Balancing

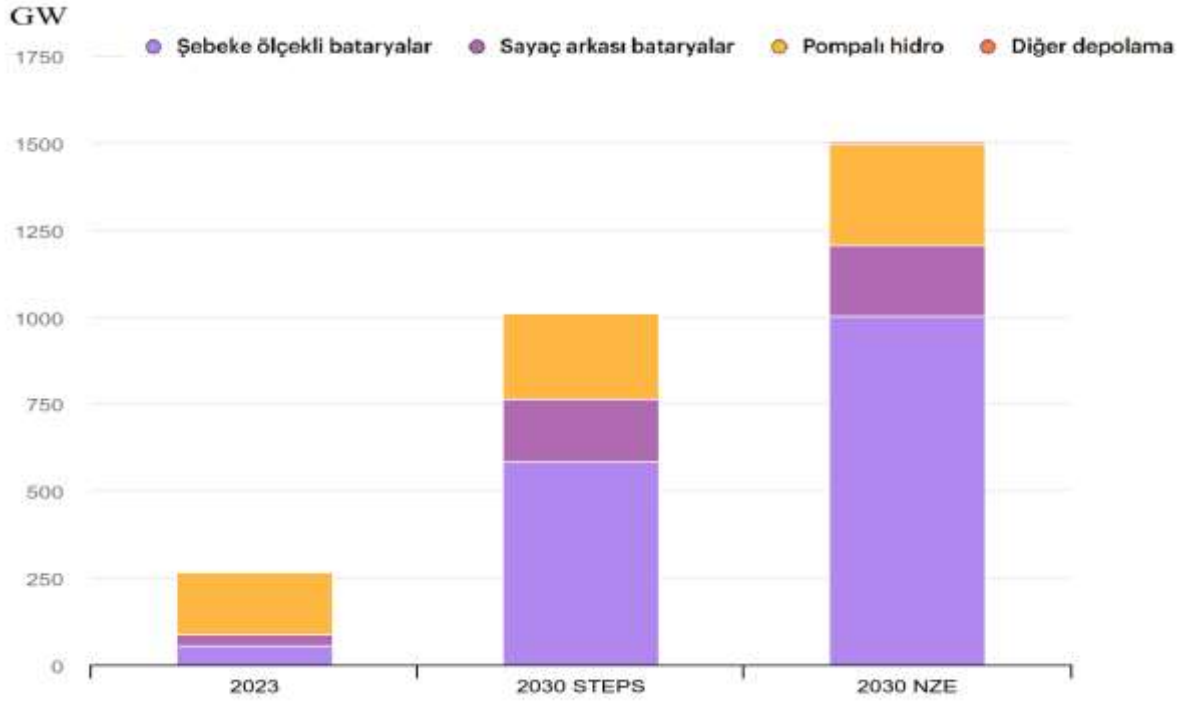
1. GİRİŞ

Gün geçtikçe elektrik sektöründe batarya depolama kapasitesi ve yatırımlar hızla artmaktadır. 2023 yılında bir önceki yıla göre iki kat artışla güç sistemlerine 40 GW'dan fazla yeni kapasite dahil edilmiştir. Bu kapasite artışının yaklaşık %65'i şebeke ölçekli projelerden, kalan %35'i ise sayaç arkası uygulamalar ile yapılmıştır. Dünya genelinde hükümetler tarafından batarya depolamayı desteklemek için artık daha fazla hedef belirlemekte ve mali teşvikler sunarak ve piyasa erişimini geliştirmeye yönelik reformlar yapmaktadır (International Energy Agency, 2024).

Uluslararası Enerji Ajansı verileri küresel ölçekte yenilenebilir enerji kapasitesinin 2030 yılına kadar üç katına çıkacağını ve bu durumda elektrik arz güvenliğini korumak için enerji depolama kapasitesinin de yaklaşık altı kat artacağını göstermektedir. Güç sistemlerine güneş ve rüzgâr enerjisinin hızla dahil olmasını kolaylaştırmak ve enerji sektöründeki CO_2 emisyon azaltılmalarının yaklaşık %60'ı bataryalarla ilişkili olduğu belirtilen Net Sıfır Emisyon amaçlarına ulaşmak için küresel enerji depolama kapasitesinin de 2023 yılına göre yaklaşık 14 kat artarak 2030 yılında kadar 1200 GW'a yükselmesi beklenmektedir. Bu verilere göre

belirlenen hedeflere ulaşmak için batarya depolama sistemlerinin her yıl yaklaşık %25 artarak devam etmesi gerekmektedir. Bu da depolama sistemlerini küresel ortak iklim hedeflerine ulaşmada çok önemli bir unsur haline getirmektedir (International Energy Agency, 2023).

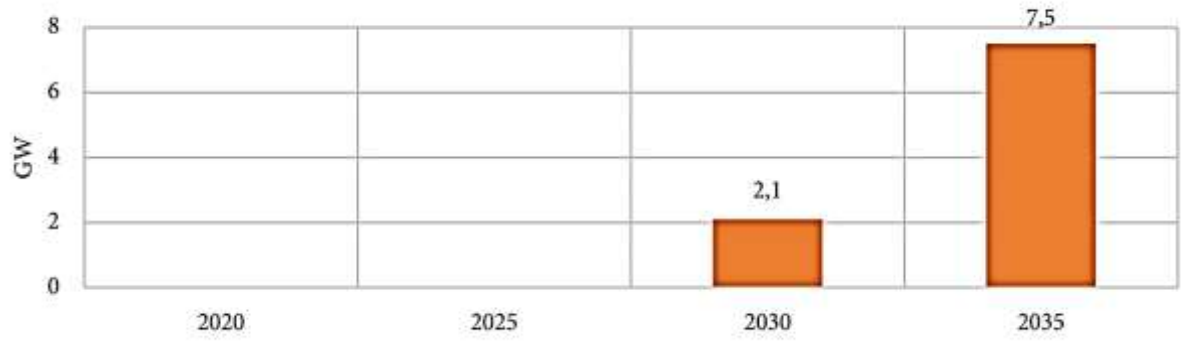
Türkiye'nin de taraf olduğu Paris İklim Anlaşması'nın hedefi olan küresel ısınmayı 1,5°C altında tutma amacıyla belirlenen hedeflere ulaşılabilmesi için elektrik üretiminde sadece kaynak çeşitlendirmenin yeterli olmayacağı, bununla birlikte birincil enerji ihtiyaçlarının hızla elektriğe dönüştürülmesi gerektiği ön plana çıkmakta ve birçok ülkede olduğu gibi ülkemizde de ısıtma ve soğutma, ulaştırma gibi sektörlerin elektrifikasyonu hedeflenmektedir. Bu doğrultuda belirlenen hedeflere ulaşılabilmesi için yenilenebilir enerjiden elektrik arzının, enerji verimliliğinin, enerji depolama ve dağıtım sistemlerinin önemi bir kez daha vurgulanmaktadır.



Şekil 1. 2023 ve 2030 Yılları küresel ölçekte kurulu enerji depolama kapasite senaryoları, İEA(International Energy Agency, 2023).

Türkiye Ulusal Enerji Planı'nda depolama sistemleri içerisinde güç sistemlerine en uzun süre katkı verebilen pompaj depolamalı hidroelektrik santrallerinin sürekli artan esneklik gereksiniminin karşılanmasına katkı sağlayacağı belirtilmektedir (Türkiye Sınai Kalkınma Bankası Enerji Çalışma Grubu, 2024).

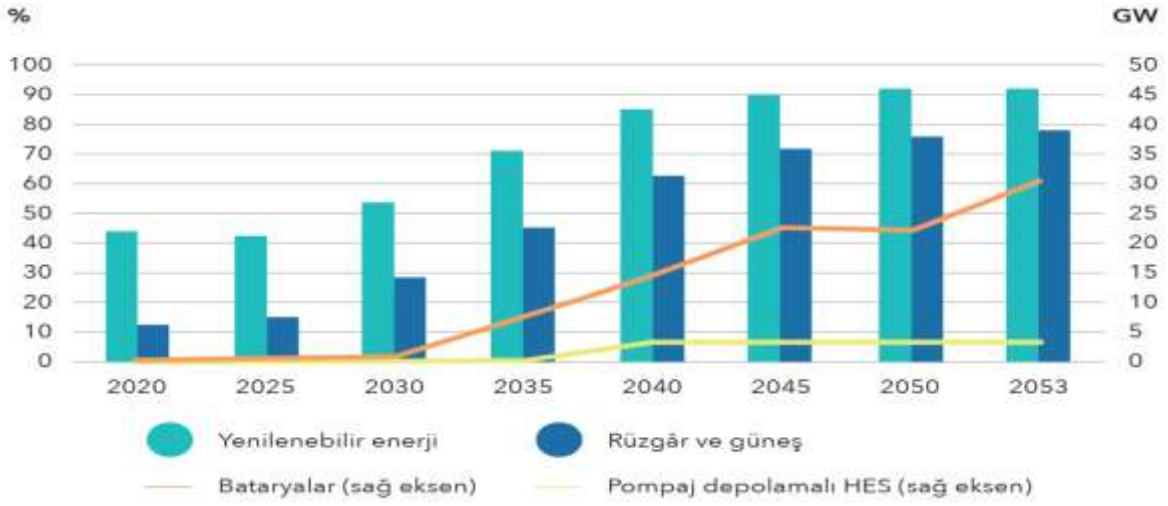
Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının Ulusal Enerji Planlama çalışması kapsamında hazırlanan raporda 2020 ile 2035 yılları arasında Elektrik kurulu gücünde kesintili yenilenebilir enerji kaynaklarının payı %43,5'e, yenilenebilir enerji kaynaklarının payı %64,7 düzeyine yükselmesi öngörülmekte ve yenilenebilir kaynakların kesikli üretim yapısından kaynaklanan esneklik gereksiniminin karşılanabilmesi için enerji depolama yani batarya kapasitesinin 7,5 GW'a çıkarılması hedeflenmektedir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2022). Aşağıda yer alan Şekil 2 ile depolama sistemlerinin ülkemizde gelecek on yıl içinde ulaşması beklenen istatistikler verilmektedir.



Şekil 2. Türkiye Ulusal Enerji Planlama Raporuna göre enerji depolama sistemlerinin yıllara göre gelişimi.

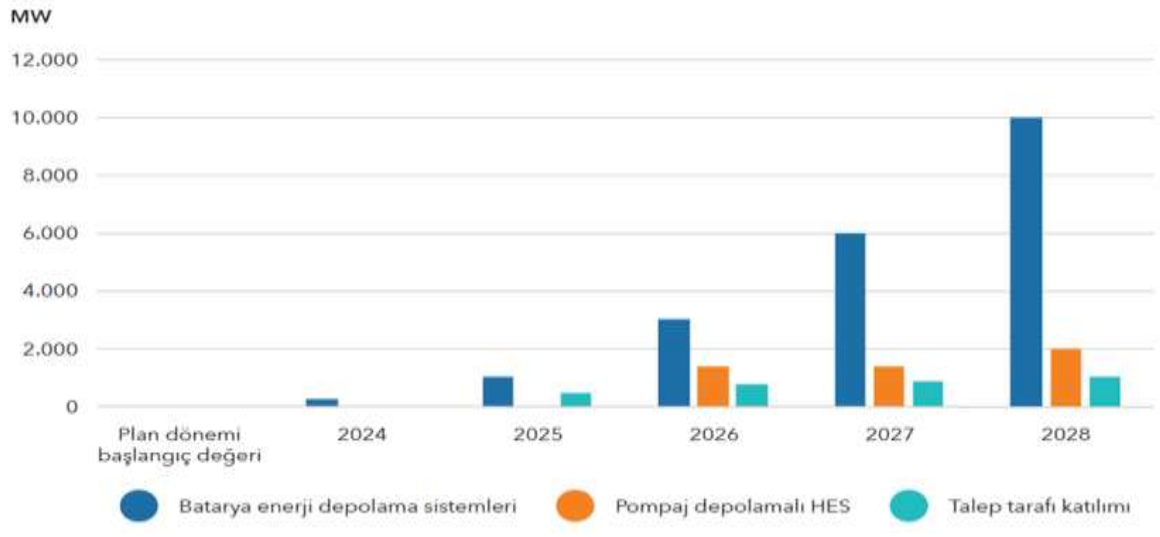
Türkiye'nin 2053 yılına kadar net sıfır emisyonlu bir ekonomiye geçiş amacıyla yenilenebilir ve enerji depolama sistemleri ile ilgili SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi tarafından yapılan bir modelleme çalışması neticesinde, Türkiye'nin 2053 yılında toplam elektrik talebinin 982 TWh seviyesine ulaşabileceği ve bu talebin yaklaşık %90'ının yenilenebilir enerji kaynaklarından oluşacağı belirtilmektedir. Aşağıda yer alan Şekil 3'de analiz sonucu ile enerji dönüşümünün 2030 yılından itibaren sonra hızlanacağı ve bu tarihten sonra artan yenilenebilir enerji kaynaklı elektrik üretimi ile birlikte sistemin esnekliğinin artırılması için hem elektrik piyasasında yapılacak iyileştirmeler hem de batarya enerji depolama sistemleri gibi yeni teknolojilere yer verilmesi gerektiği ortaya konulmaktadır (SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi, 2024). Dünya genelinde ve ülkemizde gelecekte akıllı şebeke ve güç sistemlerine daha fazla değişken üretimli profile sahip yenilenebilir enerji kapasitesinin güvenli bir şekilde entegrasyonu için elektrik sisteminin esnekliğinin artırılması bakımından depolama sistemlerinin ne kadar önemli olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu doğrultuda hem kurulumları hem de devreye alınmaları hızlı olması nedeniyle batarya enerji depolama sistemleri daha çok ön

plana çıkmaktadır. Bu teknolojinin kullanımıyla ilgili mevzuat altyapısının oluşturulmasına yönelik Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığının 2024 yılında yayımladığı 2024-2028 Stratejik Planı kapsamında şebeke esnekliğini artırıcı teknolojilerle ilgili hedefler de konulmuştur.



Şekil 3. Net Sıfır Emisyon (NZ2053) hedefleri ile Türkiye'de toplam elektrik üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının oranları ve enerji depolama sistemlerinin yıllara göre kurulu kapasite gelişimi (SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi, 2024).

Planda yer alan batarya enerji depolama sistemleri pompaj depolamalı hidroelektrik santralleri ve talep tarafı katılımı ile ilgili yıllık hedefler Şekil 4' te görülmektedir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2024).



Şekil 4. ETKB 2024-2028 Stratejik Planı kapsamında şebeke esneklik seçenekleri ile ilgili hedefler (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2024).

Batarya enerji depolama sistemlerinin elektrik şebekelerinin akıllılık özelliğini artırmadaki rolünü nicel olarak inceleyen bir çalışmada Tayvan'ın Smart Grid Index (SGI) sıralamasında BESS sayesinde dünya genelinde ikinci sırada yer aldığı belirlenmektedir. Tayvan'daki 53 enerji depolama şirketi ve 48 yardımcı hizmet sağlayıcısına ait veriler analiz edilen çalışmada elde edilen sonuçlara göre BESS'in şebeke akıllılığının belirlenmesinde kritik bir gösterge olduğunu ortaya koymaktadır. İstatistiksel analizler, yüksek SGI puanına sahip elektrik dağıtım şirketlerinin %77'sinden fazlasının enerji depolama sistemleri ile donatıldığını, düşük puanlı şirketlerde ise bu oranın %15'in altında kaldığını göstermektedir. Ayrıca, gerçek elektrik kesintisi olaylarına ilişkin veriler, BESS kullanımının enerji arz güvenilirliğini artırdığını ortaya koymaktadır (Lee ve diğ. 2024).

Hiyerarşik ağaç mimarisi ile çift yönlü enerji akımı olan ve üretken tüketicilerin belirli oranda bulunduğu bir sistemin avantajları ve dezavantajları analiz edilen başka bir çalışmada değişken üretim ve değişken talep karşısında enerji dengeleme problemini çözmek, dinamik enerji fiyatlaması yapmak, hat kayıplarını azaltmak ve en yakın düğümden enerji ihtiyacının karşılanması üzerine yapılan testlerde yenilenebilir enerji üretimindeki aralıklı yapıyı telafi etmek için güç sisteminde talebin %20'si kadar enerji depolama sisteminin olması gerektiği ortaya çıkmıştır (Alagöz ve diğ. 2015). Diğer bir çalışmada, yenilenebilir enerji üretim sistemlerinin (Güneş, Rüzgâr) doğal yapıları gereği aralıklı enerji üretim yapmalarından dolayı mevcut güç sistemlerinde kararsızlığa sebep olabileceği belirtilmekte ve bu kararsızlığı önlemek için güç sistemlerine belirli miktarda Enerji depolama Sistemlerinin entegre edilmesinin kararsızlık üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Metot olarak İEEE 14 bara ve İEEE 30 Bara sistemlerine Karapınar GES ile Aliağa RES tesislerinin Temmuz ve Nisan aylarına ait bir günlük gerçek enerji üretim profilleri kullanılarak bara sistemlerine 150 MW EDS entegre edilerek farklı test değerleri ile sistemin rotor açısı kararlılığı, frekans kararlılığı ve gerilim kararlılığı analiz edilmiştir. Yapılan testler neticesinde genel anlamda EDS'nin Yenilenebilir Enerjiye Dayalı Güç sistemlerinde kararlılık sağlamada gerekli olduğu belirlenmiştir (Kaygusuz ve diğ. 2023).

Akıllı şebekelerde enerji depolama sistemlerinin faydaları aşağıda özet halinde sunulmaktadır.

- Gücü kısa ya da uzun sürelerde temin edebilme seçeneklerinin olması,
- YEK ile birlikte kullanılabilme,
- Ara kazanç,
- Gücün niteliğini arttırması,

- Ek faydalar; dönen rezerv, gerilim regülasyonu, frekans cevabı,
- Yük eğrisindeki yük akış dalgalanmalarının düzeltilmesi, pik noktalarının düzeltilmesi,
- Esnek zamanlı kullanım ve emniyet,

gibi birçok avantajlara sahiptir. Ayrıca enerji depolama sistemleri enerji talebi ve üretim kapasitesi arasındaki farkı azaltarak frekans ve gerilimde kararlılık sağlar. Enerji depolama sistemleri büyük ölçekli üretim yapan üreticiler için daha kararlı güç temin eder. Bu özelliği, sistemde güç bazında oluşabilecek problemleri çözeceğinden artan talebe paralel olarak üretim sistemlerinin arttırılması yerine enerji depolama sistemlerinin kullanımı santral kurulum ve işletim maliyetleri gibi maddi zararlardan koruyacaktır. Enerjinin dağıtılması esnasında enerji depolama sistemlerinin kullanımının yaygınlaşması şebekelerin çalışmasını daha verimli hale getirerek verimi yükseltir (Özdemir ve diğ. 2017).

Bu çalışmada, yenilenebilir enerji kaynakları entegre edilen akıllı şebekeler için batarya enerji depolama sistemlerinin önemi ele alınmakta, enerji arz ve talebi arasındaki dengenin sağlanması ve maksimum yüklerin azaltılması için MATLAB/Simulink ortamında geliştirilen model ile Malatya İline ait 24 saatlik elektrik tüketim profiline gerçek güneş ve rüzgâr santrallerine ait günlük elektrik üretim profilleri entegre edilerek BESS'in sistem performansı üzerindeki etkileri analiz edilmektedir. Çalışma ile batarya enerji depolama sistemlerinin vadi doldurma, yük dengeleme ve tepe düzeltme yöntemleri ile yüksek ölçekteki güç sistemlerine uygulayarak ve hat kayıplarının azaltılması hedeflenmektedir.

2. BESS İLE AKILLI ŞEBEKE TASARIMI

Bu çalışmada, aşağıda Şekil 5' te yer alan, daha önce Rodney H. G. Tan ve Ganesh Kumar Tinakaran tarafından geliştirilen ve endüstriyel bir tesisin kW ölçeğinde tüketim profiline uygulanan batarya enerji depolama sisteminin modellemesi kullanılmıştır (Tan ve diğ. 2020). Bu çalışmadan farklı olarak önerilen MATLAB/Simulink modeline Malatya İline ait MW ölçeğindeki yük profili ile birlikte yenilenebilir enerji kaynakları entegre edilerek batarya enerji depolama sisteminin güç sistemlerine etkileri 24 saatlik bir periyotta analiz edilmektedir. Model, Yük, Batarya Enerji Depolama Sistemi ve Şebeke olmak üzere üç ana bloktan oluşmaktadır. Yük bloğu, saatlik bazda yük profilini okuyan, güneş ve rüzgârdan gelen üretim verilerini değerlendirerek toplam talep yükten düşürerek net yük durumunu temel olarak BESS'in entegre edilmesi hedeflenen yapıya göndermektedir.



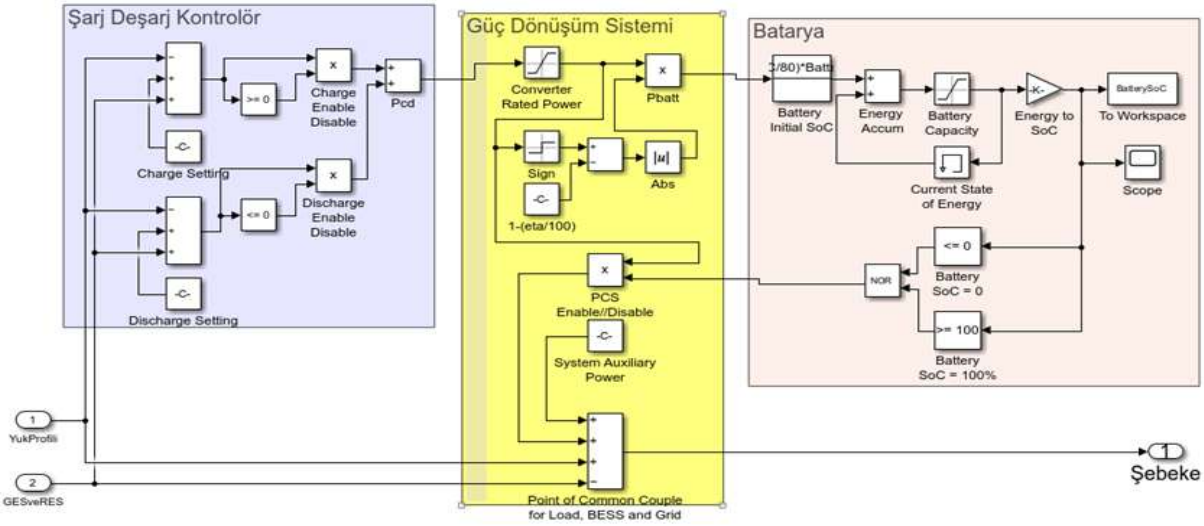
Şekil 5. Matlab/Simulink ile modellenen BESS sistemi (Tan ve diğ. 2020).

Yukarıda Şekil 5'te yer alan modeli revize ederek oluşturulan sisteme Malatya İli elektrik tüketim yük profili ile birlikte yenilenebilir enerji kaynakları da batarya enerji depolama sistemine bağlanmaktadır. Oluşturulan yeni blok modeli aşağıda Şekil 6'da görülmektedir.



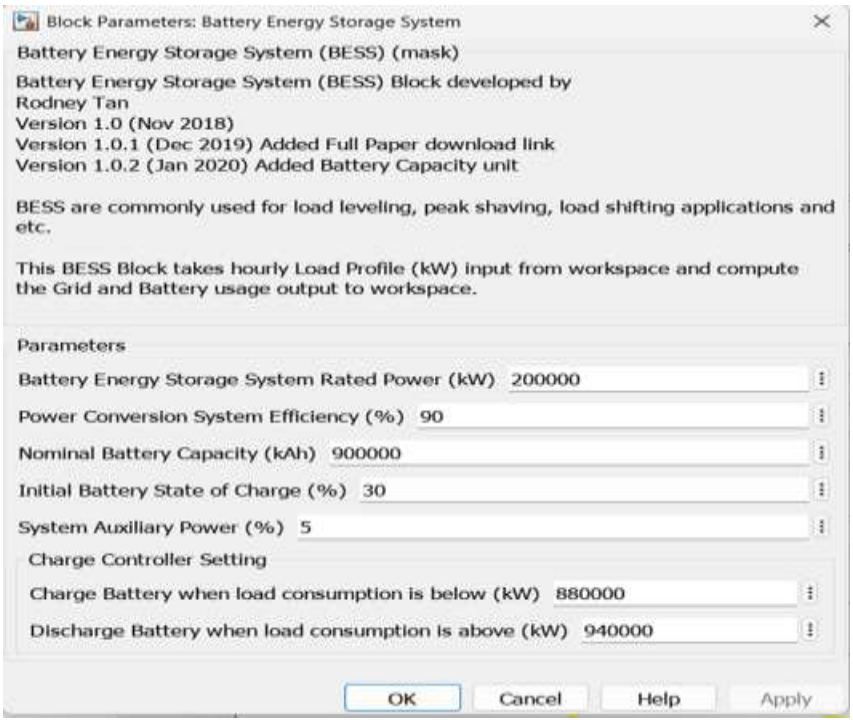
Şekil 6. Malatya İli elektrik tüketim yük profili ile birlikte entegre edilen yenilenebilir enerji kaynakları ile birlikte enerji depolama sistem modeli.

Analizde kullanılan yük ve yenilenebilir profili blokları batarya enerji depolama sistemlerine saatlik yük ve üretim miktarlarını göndererek net yük oranını vermektedir. Batarya enerji depolama sistemi ise gelen talep ve üretim değerlerini aşağıda Şekil 7'de yer alan fonksiyonel bloklar ile işleyerek toplam yük talebine göre BESS durumunu göstermektedir.



Şekil 7. Simulink uygulamasında yenilenebilir kaynakları ve yük verileri işleyen BESS sistemi (Tan ve diğ. 2020).

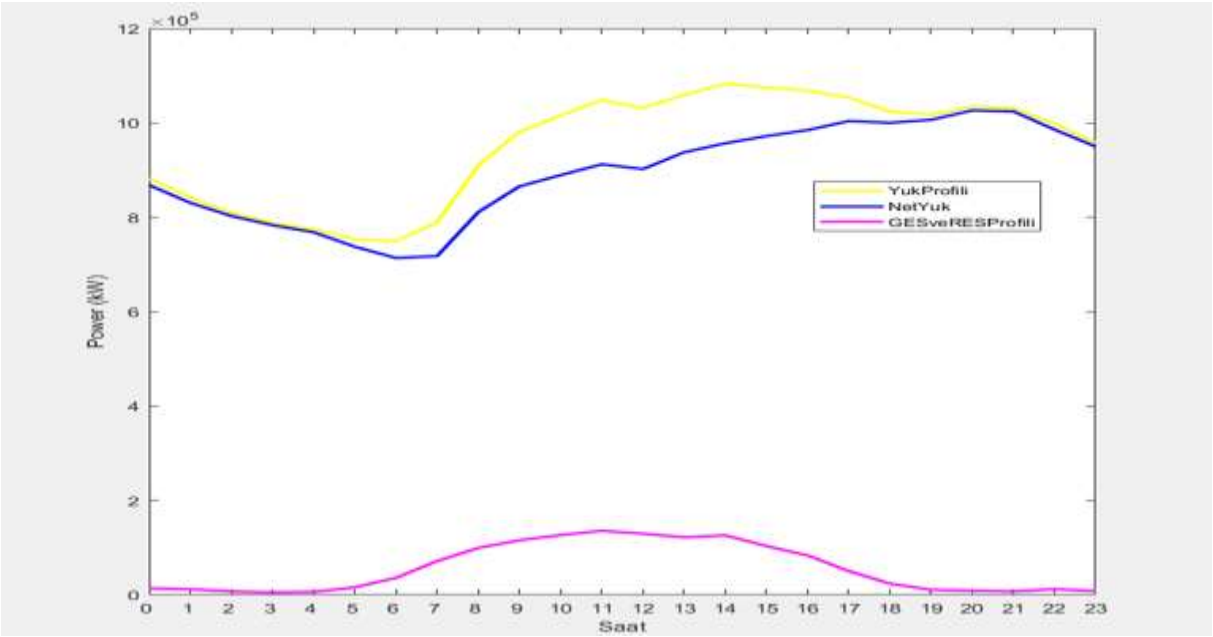
Yük talep grafiğine göre batarya enerji depolama sistemi parametre menüsünden Batarya Enerji Depolama Sistemi Anma Gücü, Güç Dönüşüm Sistemi Verimliliği, Nominal Batarya Kapasitesi, Başlangıç Batarya Şarj Durumu, Sistem Yardımcı Gücü, Şarj Kontrol Cihazı Ayarı gibi parametreler sisteme girilerek BESS durumu analiz edilmektedir. Parametre ara yüzü aşağıda yer alan Şekil 8'de görülmektedir.



Şekil 8. BESS modelinde parametre giriş menüsü

Çalışmada kullanılan yenilenebilir yük kaynakları mevcut durumda Malatya İlinde kurulu bulunan güneş ve rüzgâr santrallerinden yapılan toplam elektrik üretim miktarları dikkate alınarak yaklaşık aynı üretim profillerine sahip Vangölü Ges Santral verileri ve Gediz Res Santrali elektrik üretim verileri kullanılmıştır. Yenilenebilir enerji kaynağı olarak 24 saatlik periyotta güneş ve rüzgâr verileri tek bir profilde bir araya getirilerek kullanılmıştır. Güneş santrali maksimum üretim miktarı 125 MW, rüzgâr santralı maksimum üretim miktarı 14 MW'tır. Malatya ili yük profili Epiaş Şeffaflık Platformu verilerinden toplam günlük tüketim miktarında Malatya'nın tüketim oranı olarak verilen %2,12 ile hesaplanarak oluşturulmuş yaklaşık verilerdir.

Aşağıda Şekil 9'da yer alan sarı renkli grafik Malatya ili hesaplanan toplam yük profili, mor renkli grafik güneş ve rüzgâr santrallerine ait toplam yenilenebilir enerji üretim profili, mavi renkteki grafik ise yenilenebilir kaynaklarının toplam yüke verdiği destekle oluşan yeni net yük profilidir. Yenilenebilir enerji kaynakları ile birlikte saat 14:00 civarı olan maksimum yük talebini 1085 MW'tan yaklaşık 955 MW seviyelerine düşürmektedir. Şekil 9'da yenilenebilir enerji kaynaklarının güç sistemlerine entegrasyonu ile yük talep oranlarında maksimum noktaları düzelttiği ve daha kararlı bir profil sağladığı mavi renkli grafik ile net yük profili görülmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının günümüzde elektrik şebekesindeki kullanım ve gelişimindeki hızlı artış, kesintili güç farklılıklarını ortadan kaldırmak için enerji depolama teknolojilerinin kullanılmasını zorunlu kılmaktadır. Enerji depolama teknolojileri, enerji üretimi ile talebini dengeleyerek destek sağlar. Bu, fazla veya kullanılmayan enerjinin depolanması ve ihtiyaç duyulduğunda şebekeye veya kullanıcılara sağlanması ile gerçekleştirilir (Tan ve diğ. 2021).

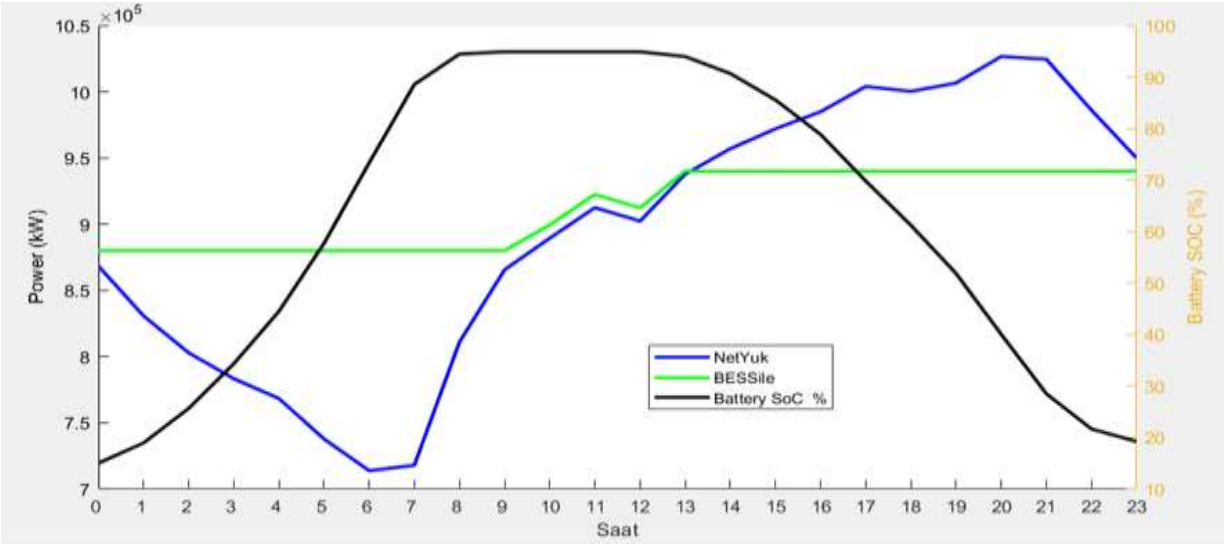


Şekil 9. Çalışmada kullanılan yük profilleri.

3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

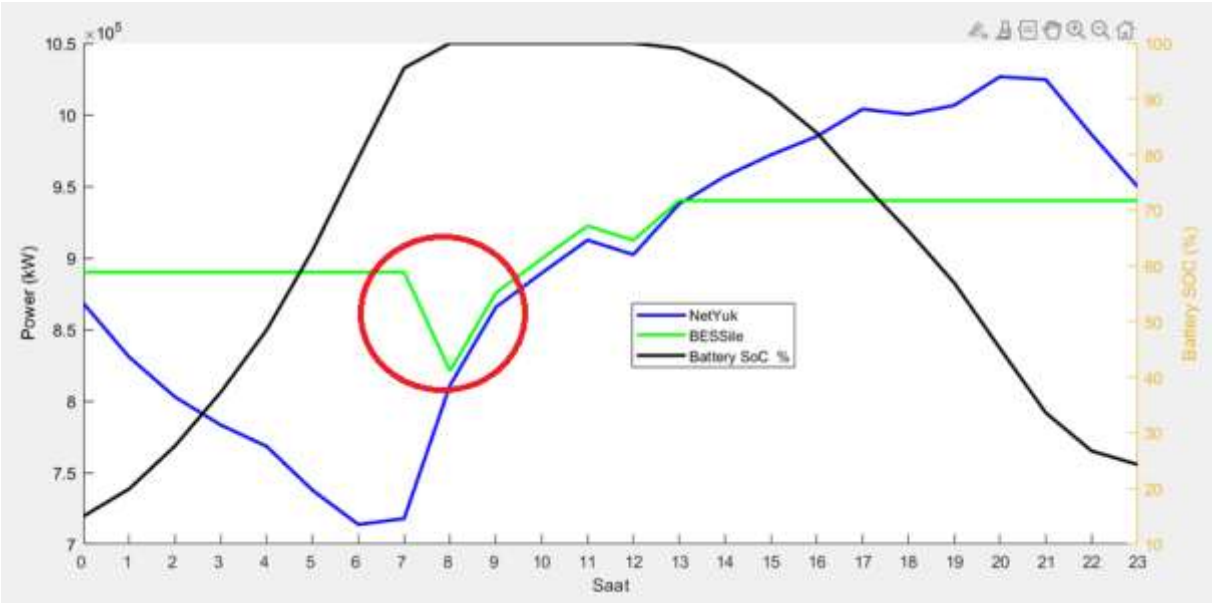
3.1 Tepe Düzeltme Uygulaması ve Hat Kayıplarının Hesaplanması

Önerilen modelde maksimum tepe düzeltme ve vadi doldurma analizini oluşturmak için sistem menüsünden Batarya Enerji Depolama Sistemi Anma Gücünü 200 MW, Güç Dönüşüm Sistemi Verimliliğini %90, Nominal Batarya Kapasitesini 900 MAh, Başlangıç Batarya Şarj Durumunu %30, Sistem Yardımcı Gücünü %5, Şarj Kontrol Cihazı Ayarında ise hangi aralıklarda BESS'in çalışmasını yön vermek için yük profil grafiğine göre değer aralığı girilmektedir. Bu değerlerle birlikte yük tüketimi 880 MW altındayken bataryayı şarj etme eşiği ve yük tüketimi 940 MW üzerindeyken bataryayı deşarj etme parametrelerini sistem menüsünden girdiğimizde BESS modeli performansının tepe düzeltme ve vadi doldurma üzerindeki etkisi meydana gelmektedir. Aşağıda Şekil 10'da mavi renkli grafik Malatya yük talebine yenilenebilir enerji kaynakları ile birlikte oluşan net yükü temsil etmektedir. Yeşil renkli grafik ile BESS'in güç sistemine etkisi sonucu tepe düzeltme ve vadi doldurma görevlerini yerine getirdiği görülmektedir. Siyah renkli grafik ile bataryanın 24 saatlik periyottaki şarj ve deşarj durumu ile birlikte deşarj işleminden sonra yaklaşık %20 şarj ile bir sonraki gün için yeterli miktarda enerji depoladığı görülmektedir.



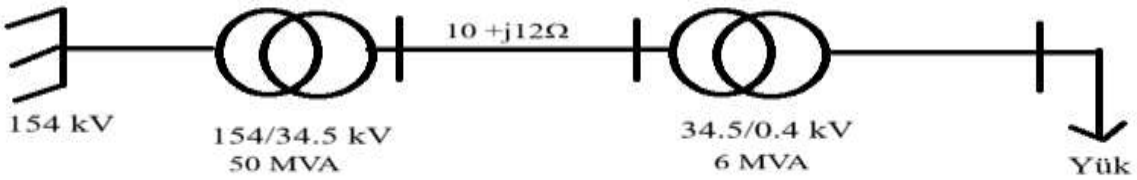
Şekil 10. Tepe düzeltme uygulaması ile yük profilinin BESS olmadan önceki(mavi), BESS entegre edildikten sonraki(yeşil) hali ve batarya şarj deşarj durumu.

Şekil 10'da yer alan net yük profiline aynı BESS parametreleri ile ve aynı modelde maksimum tepe düzeltme ve vadi doldurma analizini oluşturmak için sistem menüsünden bir önceki örnekten farklı olarak yük tüketimi 880 MW yerine 890 MW altındayken bataryayı şarj etme eşiği ve yük tüketimi 940 MW üzerindeyken bataryayı deşarj etme parametrelerini sistem menüsünden girdiğimizde BESS modeli performansının tepe düzeltme ve vadi doldurma görevini tam yerine getiremediği ve BESS kapasitesinin girilen yük talebini karşılamadığı Şekil 11'de verilen grafik ile görülmektedir. Bu da yük talebine göre batarya enerji depolama sistemine ait kapasite ve parametrelerinin güç sistemlerinde enerji yönetimi için önemli olduğunu ortaya koymaktadır.



Şekil 11. Tepe düzeltme uygulaması ile yük profilinin BESS olmadan önceki(mavi), BESS entegre edildikten sonraki(yeşil) hali ve batarya şarj deşarj durumu.

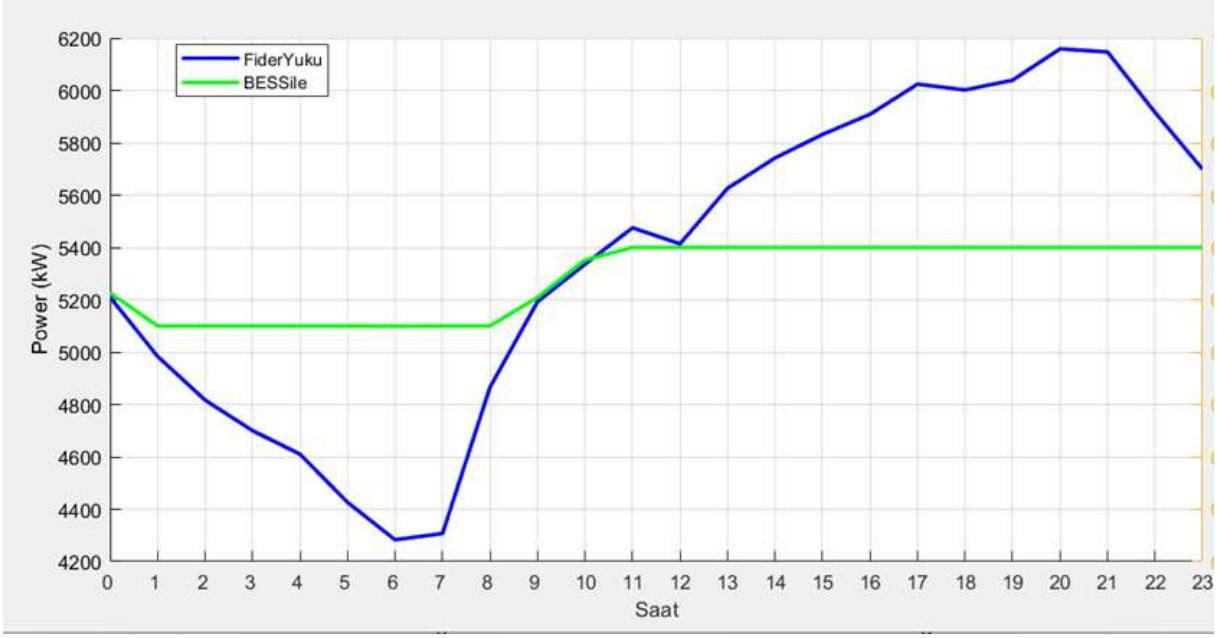
Çalışmada baz alınan yük profilleri çok yüksek olduğundan 34.5 kV ile taşınması durumunda akım kA seviyelerine çıkacağı için hat kayıp oranları hesaplamak için Malatya ili net yük profili ile aynı grafik biçimine sahip 6 MVA gücüne sahip fider hattı tasarlanarak analiz yapılmaktadır. Hat kayıpları Ekanayake Janaka ve diğ., 2012 tarafından önerilen sistemle yük grafiklerinde meydana gelen değişim miktarı ile yapılan hesaplama yöntemi kullanılarak analiz edilmektedir. Aşağıda Şekil 12 ile hat kayıplarını hem şebeke yükü ile hem de BESS entegreli sistemle hesaplamak içim oluşturulan fider yük akış şeması görülmektedir.



Şekil 12. Sistem parametreleri ve güç sisteminin basit gösterimi.

Oluşturulan modelde fider yük profiline tepe düzeltme ve vadi doldurma uygulaması ile BESS entegre edilmektedir. 24 saatlik simülasyonla yeterli oranda batarya enerji depolama sistemi ile yük tüketimi 5,100 MW altındayken bataryayı şarj etme eşiği ve yük tüketimi 5,400

MW üzerindeyken bataryayı deşarj etme parametrelerini sistem menüsünden girdiğimizde BESS modeli performansının tepe düzeltme ve vadi doldurma ile başarılı bir şekilde uygulandığı aşağıda yer alan Şekil 13'de görülmektedir. Şekildeki mavi renkli grafik baz alınan ve Malatya İli net yükü ile aynı tepe ve vadi grafiğine sahip örnek fidere ait yük profili, yeşil renkli grafik ile BESS'in fider güç sistemine etkisi sonucu meydana gelen yük profilidir.



Şekil 13. Tepe düzeltme ve vadi doldurma uygulaması ile fider yük profilinin BESS olmadan önceki(mavi), BESS entegre edildikten sonraki(yeşil) grafiği.

Şekil 13'te yer alan iki ayrı yük profiline göre 34.5 kV fider hattında meydana gelen hat kayıpları hesaplanarak batarya enerji depolama sistemlerinin hat kayıplarına olan etkileri analiz edilmektedir. Önerilen modelde ve baz alınan BESS değerlerine göre hat kayıplarının kısmen azaldığı aşağıda yer alan tablo 1 ile görülmektedir. Çalışmada hat kayıpları hesaplanırken batarya enerji depolama sistemlerinin 154 kV trafo merkezi ile aynı noktada olduğu varsayılarak analiz yapılmaktadır. Ancak BESS'in dağıtık sistemle 34.5 kV hattın sonunda konumlandırılması ile normalde meydana gelen hat kayıpları BESS ile birlikte gerçekleşmeyecek ve bu durumda çalışma modelimize göre hat kayıpları %1,52 oranında azalmaktadır.

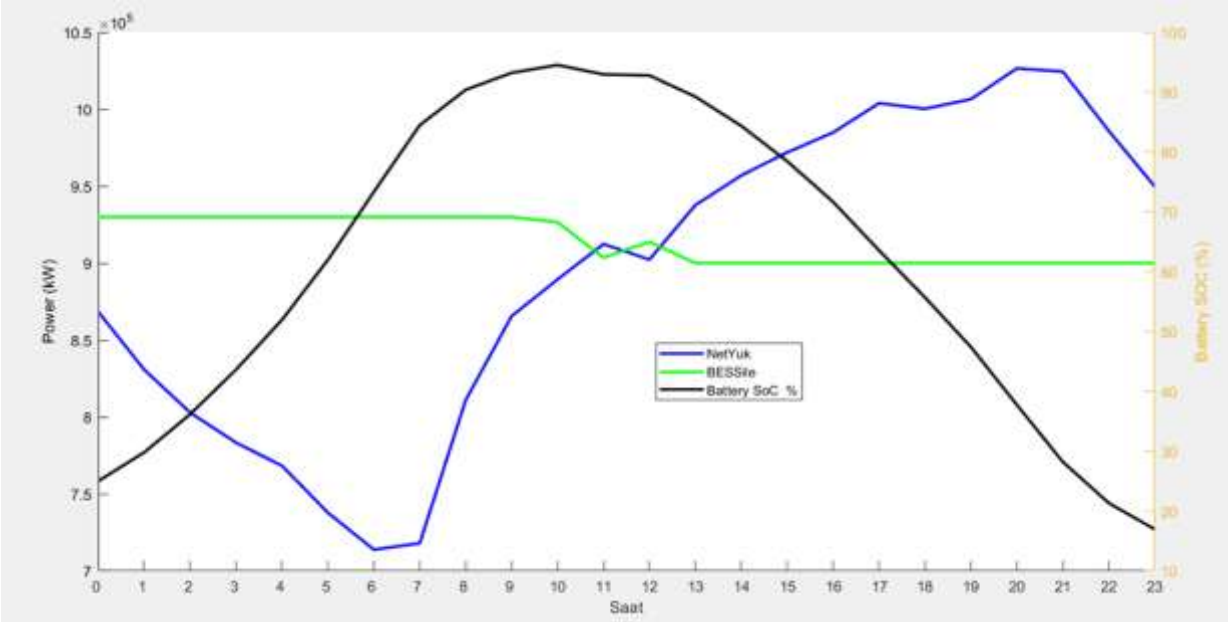
Tablo 1: Tepe Düzeltme ve Vadi Doldurma Uygulaması ile Tek Fiderde Hat Kayıplarının Analizi.

Saat	BESS olmadan Meydana Gelen Hat Kayıpları			BESS ile Meydana Gelen Hat Kayıpları		
	P, Net Yük (MW)	34.5 kV Hat Akımı (A) I = P/ (√3 × 34,5 × 10^3)	Hat Kayıpları (kW) = I^2*R	P, BESS (MW)	34.5 kV Hat Akımı (A) I = P/(√3 × 34,5 × 10^3)	Hat Kayıpları (kW) = I^2*R
0	5,210	87,19	76,02	5,226	87,46	76,49
1	4,984	83,41	69,57	5,100	85,35	72,84
2	4,817	80,61	64,98	5,100	85,35	72,84
3	4,700	78,65	61,85	5,100	85,35	72,84
4	4,610	77,14	59,51	5,100	85,35	72,84
5	4,426	74,07	54,87	5,100	85,35	72,84
6	4,283	71,67	51,36	5,100	85,35	72,84
7	4,307	72,08	51,96	5,100	85,35	72,84
8	4,866	81,43	66,31	5,100	85,35	72,84
9	5,193	86,91	75,53	5,100	85,35	72,84
10	5,336	89,30	79,75	5,200	87,02	75,73
11	5,475	91,62	83,93	5,350	89,53	80,16
12	5,414	90,59	82,07	5,400	90,37	81,66
13	5,626	94,15	88,64	5,400	90,37	81,66
14	5,742	96,09	92,33	5,400	90,37	81,66
15	5,832	97,59	95,25	5,400	90,37	81,66
16	5,909	98,89	97,79	5,400	90,37	81,66
17	6,024	100,80	101,61	5,400	90,37	81,66
18	6,002	100,44	100,87	5,400	90,37	81,66
19	6,039	101,07	102,14	5,400	90,37	81,66
20	6,159	103,08	106,25	5,400	90,37	81,66
21	6,147	102,87	105,83	5,400	90,37	81,66
22	5,916	99,01	98,02	5,400	90,37	81,66
23	5,699	95,38	90,97	5,400	90,37	81,66
		Toplam (kW)	**1957,42**		**Toplam (kW)**	**1867,91**
	5,363	Ortalama Kayıp (kW)	**81,56**	**5,270**	Ortalama Kayıp (kW)	**77,83**
		Ortalama Kayıp %	**1,52**		Ortalama Kayıp %	**1,48**

3.2 Yük Değiştirme Uygulaması

Yük değiştirme uygulaması için Batarya Enerji Depolama Sistemi Anma Gücünü 280 MW, Güç Dönüşüm Sistemi Verimliliğini %90, Nominal Batarya Kapasitesini 1600 MAh, Başlangıç

Batarya Şarj Durumunu %25, Sistem Yardımcı Gücünü %5, Şarj Kontrol Cihazı Ayarında ise BESS'in çalışmasını yön vermek için yük profil grafiğine göre yük tüketimi 930 MW altındayken bataryayı şarj etme ve yük tüketimi 900 MW üzerindeyken bataryayı deşarj etme parametrelerini sistem menüsünden girdiğimizde BESS modelinin yük değiştirme ile güç sistemine etkisi meydana gelmektedir. Aşağıda Şekil 14'te yeşil renkli grafik ile BESS'in güç sistemine etkisi sonucu yük değiştirme ile günün öğleden sonra ve akşama doğru oluşan maksimum yük talebini, yük talebinin daha düşük olduğu sabah saat 10:00 önsesine çektiği görülmektedir. Yük değiştirme uygulaması ile bataryanın 24 saatlik periyotta yaklaşık %90 oranında şarj olduğu ve deşarj durumunda %20 enerji kaldığı görülmektedir.

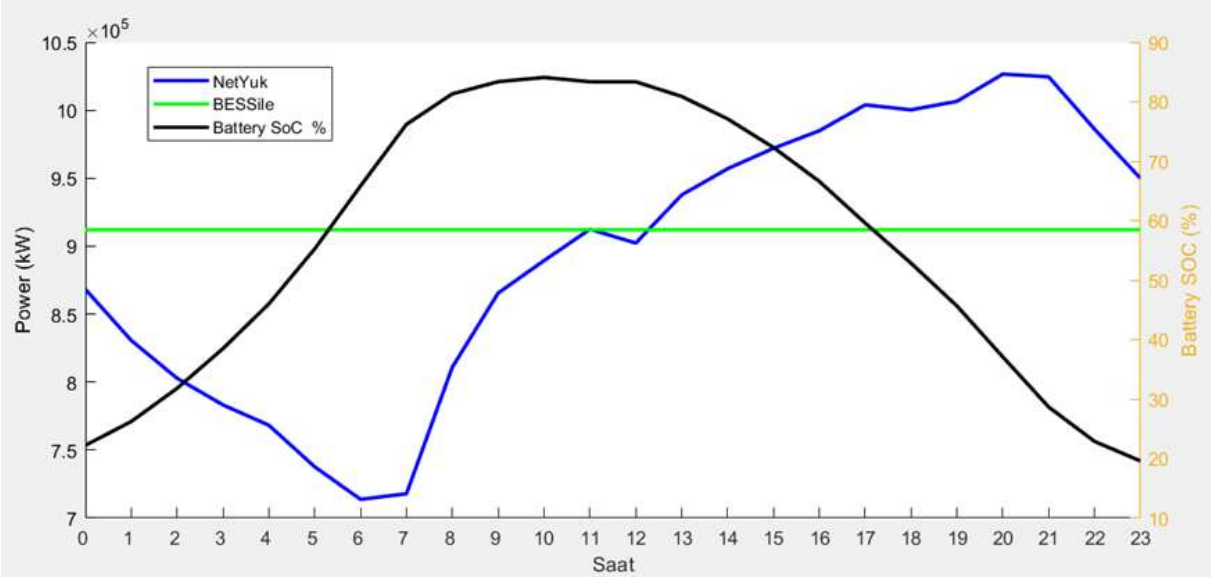


Şekil 14. Yük değiştirme uygulaması ile yük profilinin BESS olmadan önceki(mavi), BESS entegre edildikten sonraki(yeşil) hali ve batarya şarj deşarj durumu.

3.3 Yük Dengeleme

Yük değiştirme uygulaması için sistem menüsünden Batarya Enerji Depolama Sistemi Anma Gücünü 200 MW, Güç Dönüşüm Sistemi Verimliliğini %90, Nominal Batarya Kapasitesini 1600 MAh, Başlangıç Batarya Şarj Durumunu %20, Sistem Yardımcı Gücünü %5, Şarj Kontrol Cihazı Ayarında ise hangi aralıklarda BESS'in çalışmasını yön vermek için yük profil grafiğine göre değer aralığı girilmektedir. Bu değerlerle birlikte yük tüketimi 912 MW altındayken bataryayı şarj etme eşiği ve yük tüketimi 912 MW üzerindeyken bataryayı deşarj etme parametrelerini sistem menüsünden girdiğimizde BESS modeli performansının yükü dengeleme üzerindeki etkisi meydana gelmektedir. Aşağıda Şekil 15 ile sabah yaklaşık saat

11:00 civarına kadar güç sisteminde talep yük düşük iken bataryanın şarj olduğu, yük talebinin 912 MW ve üstüne çıktığında ise yükü karşılamak için deşarj olduğu görülmektedir. 24 saatlik periyotta bataryanın şarj durumu başladığı noktaya yakın %20 şarj ile sonraki periyota yetecek miktarda kalmaktadır.



Şekil 15. Tepe düzeltme uygulaması ile yük profilinin BESS olmadan önceki(mavi), BESS entegre edildikten sonraki(yeşil) hali ve batarya şarj deşarj durumu.

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Malatya ili yük profili ve mevcut durumda kurulu bulunan güneş ve rüzgâr gibi yenilenebilir enerji kaynakları üretim profilleri esas alınarak sisteme batarya enerji depolama sistemlerinin entegrasyonu ile güç sistemlerinde uygulanan tepe tıraşlama ve vadi doldurma, yük değiştirme ve yük dengeleme birlikte değişen yük profiline göre nakil hattı enerji kayıpları analiz edilmiştir. Farklı seviyelerde BESS güç kapasite ve kontrol parametresi kullanılan çalışmada ortaya çıkan temel bulgular şunlardır:

Batarya enerji depolama sistemleri ile 24 saatlik yük profillerinde maksimum ve minimum talep durumlarında meydana gelen dalgalanmalar yenilenebilir enerji kaynakları ile kısmı düzeltilebildiği gibi güneş ve rüzgâr gibi meteorolojik faktörlerden hızlı etkilenmeleri nedeniyle güç sistemlerine güvenirliği azaltabilmektedir. Batarya enerji depolama sistemi yeterli batarya gücü ve kapasitesi ile birlikte şarj/deşarj eşik değerlerin sistem yük profiline uygun olarak seçilmesi durumunda maksimum yüklerin düzeltilebildiği ve düşük yük taleplerinde oluşan profilin de vadi doldurma uygulaması ile giderildiği görülmüştür. Yük

değiştirme uygulaması ile BESS desteği ile enerji talebinin yüksek olduğu durumlardaki yükü talebin daha düşük olduğu saatlere kaydırılabilmektedir. Yük dengeleme uygulaması ile depolama sistemine ait sabit bir referans değer ile güç sistemindeki dalgalanmalar bastırılmıştır. Hat kayıpları analizlerinde ise normal şebeke yüküne göre batarya enerji depolama sistemlerinin daha dengeli yük profiline sahip olması nedeniyle daha az enerji kaybı meydana gelmektedir.

Genel olarak elde edilen sonuçlar, uygun kapasite seçimi ve kontrol parametreleri ile batarya enerji depolama sistemleri güç sistemlerinde meydana gelen maksimum yüklerin azaltılmasında, yük profillerinin iyileştirilesinde ve hat kayıplarının düşürülmesinde etkili bir çözüm sunduğunu göstermektedir. Bu kapsamda, gelecekte daha çok artması beklenen yenilenebilir enerji entegrasyonunda batarya enerji depolama sistemlerinin dağıtım ve iletim seviyelerinde önemli katkılar sağlayacağı değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

Alagöz, B. B., (2015). Değişken Üretim ve Değişken Talep Koşullarında Akıllı Şebekelerde Enerji Dengeleme. Doktora Tezi, *Fen Bilimleri Enstitüsü / Elektrik-Elektronik Mühendisliği Ana Bilim Dalı* (Sayı 390651).

Ekanayake Janaka, Liyanage M. Kitshri, Wu Jianzhong, Yokoyama Akihiko, Jenkins Nick. (2012). *Smart grid : Technology and applications*.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2022). *Türkiye Ulusal Enerji Planı*.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı. (2024). *2024-2028 Stratejik Planı*.

International Energy Agency. (2023). *World Energy Outlook 2023*.

International Energy Agency. (2024). *Batteries and Secure Energy Transitions*. https://www.iea.org/reports/batteries-and-secure-energy-transitions

Kaygusuz, A.,Acar, A. (2023). Güç Sistemlerinde Farklı Enerji Depolama Seviyelerinde Sistem Kararlılığının İncelenmesi. *Computer Science*, *Vol:8*(Issue:1), 1-15.

Lee, D., Chiang, Y., Chen, Y.-T.,Tsai, H.-H. (2024). Impacts of battery energy storage system on power grid smartness: Case study of Taiwan Power Company. *Journal of Energy Storage*, *86*, 111188.

Özdemir, E., Özdemir, Ş., Erhan, K.,Aktaş, A. (2017). Akilli şebekelerde enerji depolama uygulamalarinin önündeki firsatlar ve karşilaşilan zorluklar. *Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University*, *32*(2), 499-506.

SHURA Enerji Dönüşümü Merkezi. (2024). *Türkiye İçin Batarya Enerji Depolama Seçenekleri*.

Tan, K. M., Babu, T. S., Ramachandaramurthy, V. K., Kasinathan, P., Solanki, S. G., Raveendran, S. K. (2021). Empowering smart grid: A comprehensive review of energy storage technology and application with renewable energy integration. *Journal of Energy Storage*, *39*, 102591.

Tan, R. H. G.,Tinakaran, G. K. (2020). Development of battery energy storage system model in MATLAB/Simulink. *International Journal of Smart Grid and Clean Energy*, 180-188.

Türkiye Sınai Kalkınma Bankası Enerji Çalışma Grubu. (2024). *Pompaj Depolamalı HES Bilgilendirme Notu*.

TÜRKİYE'DE PEROVSKİT TEKNOLOJİLERİNİN TİCARİLEŞME POTANSİYELİ VE ULUSAL ENERJİ STRATEJİSİNE ENTEGRASYONU

Barış SUNAR
İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü
ORCID: 0009-0004-1241-8700
Asım KAYGUSUZ
İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü
ORCID: 0000-0003-2905-1816

ÖZET

Bu çalışma, küresel enerji krizleri ve silikon tabanlı PV sistemlerin verimlilik sınırlarına dayanması karşısında, Perovskit Güneş Hücrelerinin (PSC'ler) Türkiye'nin ulusal enerji stratejisi için taşıdığı devrim niteliğindeki ticarileşme potansiyelini analiz etmektedir. Sadece on yılda verimliliklerini %33-34 tandem bandına taşıyan PSC'ler, düşük sıcaklıkta işlenebilirlik, esneklik ve düşük karbon ayak izi avantajlarıyla, Binalara Entegre Fotovoltaikler (BIPV) pazarını kökten değiştirecek güce sahiptir.

Hesaplamalarımız gösteriyor ki: Ticari %30 tandem verimliliği varsayımıyla, perovskit teknolojisi aynı yüzey alanında silikon panellere göre tam 1.5 kat daha fazla enerji verimliliği sunmaktadır. Bu verimlilik çarpanını mevcut kurulu gücümüze uyguladığımızda, Türkiye'nin 2028 yılı için hedeflenen 30.000 MW güneş enerjisi kurulu güç sınırını, üç yıl erken, yani 2025 yılında geçmiş olacağı ortaya çıkmaktadır. Dahası, PSC'ler silikon sistemlere kıyasla daha yüksek yıllık gelir ve daha kısa amorti süresi (1.462 yıl) sunarak ülkenin cari açığını azaltmada kritik bir rol üstlenebilir.

Makale, teknolojik bağımsızlığın anahtarı olarak, Türkiye'nin Eskişehir-Beylikova Nadir Toprak Elementleri (NTE) rezervlerinin kritik malzemelerin yerelleştirilmesi için sunduğu eşsiz stratejik fırsatı vurgulamaktadır. Türkiye, mevcut silikon altyapısını tandem modüllere geçişle nasıl güçlendirebilir? NTE'leri küresel PV tedarik zincirine entegre ederek enerji arz güvenliğini ve rekabet gücünü nasıl maksimize edebilir? Cevaplar, bu çalışmanın somut politika ve uygulama önerilerinde gizlidir.

Anahtar Kelimeler: Perovskit güneş hücreleri (PSC), fotovoltaik teknolojiler, enerji bağımsızlığı, tandem hücreler, nadir toprak elementleri, ticarileşme potansiyeli

THE COMMERCIALIZATION POTENTIAL OF PEROVSKITE TECHNOLOGIES IN TURKEY AND THEIR INTEGRATION INTO THE NATIONAL ENERGY STRATEGY

ABSTRACT

This study analyzes the revolutionary commercialization potential of Perovskite Solar Cells (PSCs) for Turkey's national energy strategy in the face of global energy crises and the efficiency limits of silicon-based PV systems. PSCs, which escalated their efficiency to the 33–34% tandem range in just a decade, hold the power to fundamentally transform the Building-Integrated Photovoltaics (BIPV) market due to their advantages in low-temperature processing, flexibility, and low carbon footprint.

Our calculations demonstrate that: Assuming a commercial tandem efficiency of 30%, perovskite technology offers 1.5 times more energy efficiency than silicon panels for the same surface area. Applying this efficiency multiplier to Turkey's current installed capacity shows that the country could reach 33,972 MW, surpassing its 2028 target of 30,000 MW three years early, in 2025. Furthermore, PSCs promise substantial economic benefits over c-Si systems, including higher annual revenue and a shorter payback period (1.462 years), crucial for reducing the nation's current account deficit.

The article highlights the unique strategic opportunity presented by Turkey's Eskişehir-Beylikova Rare Earth Elements (REE) reserves for localizing critical materials—a key to technological independence. How can Turkey leverage its existing silicon infrastructure to transition to tandem modules? How can it maximize energy supply security and competitiveness by integrating REEs into the global PV supply chain? The answers are encapsulated within the concrete policy and implementation recommendations of this work.

Keywords: Perovskite Solar Cells (PSC), Photovoltaic Technologies, Energy Independence, Tandem Cells, Rare Earth Elements, Commercialization Potential

1. GİRİŞ

Enerji, 21.yüzyılın sadece ekonomik bir etkisi değil, aynı zamanda ulusal egemenliğin ve jeopolitik istikrarın belirleyici bir etkenidir. Küresel ısınma ile mücadele kapsamında Paris İklim Anlaşması ve Avrupa Yeşil Mutakabatı gibi uluslararası anlaşmalar, fosil yakıtlara dayalı enerji üretim modellerini sürdürülemez hale getirirken, yenilenebilir enerji teknolojilerinde teknolojik üstünlüğü zorunlu kılmaktadır (Europ. Com., 2019; United Nations Framework Convention on Climate Change [UNFCCC], 2015; Intergovernmental Panel on Climate Change

[IPCC], 2018; IPCC, 2021; International Energy Agency [IEA], 2024). Özellikle Türkiye gibi enerji talebi hızla artan ancak fosil kaynaklar bakımından dışa bağımlı ülkeler için bu durum, sadece çevresel bir tercih değil, aynı zamanda stratejik bir zorunluluktur. Bu bağlamda, fotovoltaik (PV) teknolojiler, temiz enerji geçişinin merkezinde yer almaktadır. Ancak, mevcut pazarın %90'ından fazlasını domine eden silikon (c-Si) tabanlı güneş pilleri, teorik verimlilik sınırlarına yaklaşmış ve üretim maliyetlerinde doygunluğa ulaşmıştır (Smil, 2016).

Literatür incelendiğinde, son 15 yılda malzeme bilimi dünyasında "devrim" niteliğinde bir yükseliş gösteren Perovskit Güneş Hücreleri (PSC'ler), üçüncü nesil fotovoltaik teknolojilerin en güçlü adayı olarak öne çıkmaktadır. İlk kez 2009 yılında %3.8 verimlilikle literatüre giren bu teknoloji, on yıl gibi kısa bir sürede %25'in üzerine çıkan ve tandem (silikon-perovskit) uygulamalarla son yıllarda %33-34 bandını zorlayan bir gelişim eğirişi göstermiştir (National Renewable Energy Laboratory [NREL], 2025). PSC'lerin düşük sıcaklıkta işlenebilmesi, esnek yüzeylere uygulanabilmesi ve hafifliği, onları sadece enerji santralleri için değil, binalara entegre fotovoltaikler (BIPV) ve taşınabilir elektronikler için de stratejik bir ürün haline getirmektedir (Ossila, n.d.).

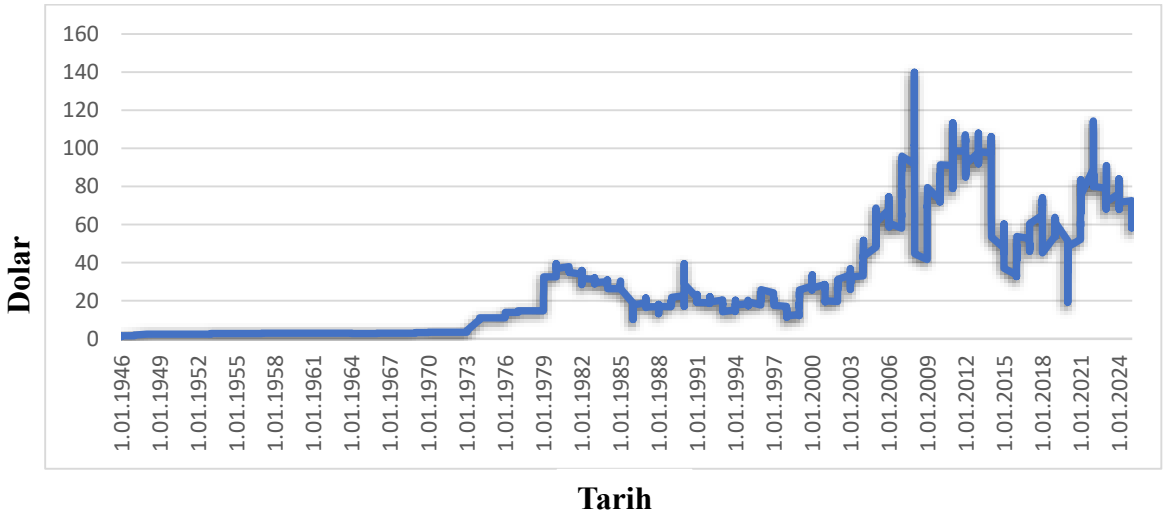
Türkiye ise "Milli Enerji ve Maden Politikası" ekseninde enerji arz güvenliğini sağlamayı ve cari açığın en büyük kalemi olan enerji ithalatını azaltmayı hedeflemektedir (S. E. T. A., 2017). Türkiye'nin 12.Kalkınma Planı (2024-2028) ve 2030 Sanayi ve Teknoloji Stratejisi, "Yerli Dönüşüm" ve "Net Sıfır Emisyon" hedefleri doğrultusunda, yerli ve yüksek katma değerli teknoloji üretimini önceliklendirmektedir (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, n.d.; T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2024). Türkiye'nin güneş enerjisi potansiyeli ile birlikte, perovskit teknolojisinin sunduğu fırsatlarla birleştirilerek, hammaddeden nihai ürüne uzanan ve bir değer zinciri oluşturma stratejisi üzerine bu makalede tartışılacaktır.

Türkiye'de perovskit güneş hücreleri üzerine yapılan çalışmalar son yıllarda gözle görülür artış göstermiştir. Üniversiteler, araştırma merkezleri ve özel sektör iş birlikleri ile perovskit hücre performansının arttırılması, stabilitenin geliştirilmesi ve modül ölçeğine geçiş gibi kritik alanlarda önemli ilerlemeler kaydedilmektedir. Özellikle TÜBİTAK destekli projeler ve bazı üniversitelerde kurulan ileri güneş teknolojileri laboratuvarları, yerli Ar-Ge ekosisteminin temel taşlarını oluşturmaktadır. Bununla birlikte, endüstriyel ölçekte üretime hazırlık niteliğinde kaplama teknikleri, malzeme optimizasyonu ve pilot hat uygulamaları gibi süreçlerde de somut gelişmeler yaşanmaktadır.

Ticarileşme tarafında ise perovskit teknolojisinin küresel ölçekte hızla yükselmesi, Türkiye için stratejik bir fırsat oluşturmaktadır. Mevcut silikon temelli üretim altyapısının üzerine hibrit perovskit-silikon tandem modüllerinin entegrasyonu konusunda araştırmalar devam etmekte olup, bu ürünlerin yüksek verimlilikleri sayesinde yerli PV endüstrisinin rekabet gücünün artırılması hedeflenmektedir. Türkiye'nin madencilik kapasitesi ve kimya endüstrisi altyapısı, perovskit üretiminde kritik malzemelerin tedarik zincirinin yerelleştirilmesi açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Bu bağlamda, Türkiye'nin hem bilimsel üretimde hem de teknoloji ticarileştirme süreçlerinde perovskit ekosistemini büyütmesi, ulusal enerji stratejisindeki bağımsızlık ve sürdürülebilirlik hedefleriyle uyumlu bir yol haritası oluşturmaktadır.

2. KÜRESEL ENERJİ KRİZLERİ VE TÜRKİYE'NİN ENERJİ DÖNÜŞÜM İHTİYACI

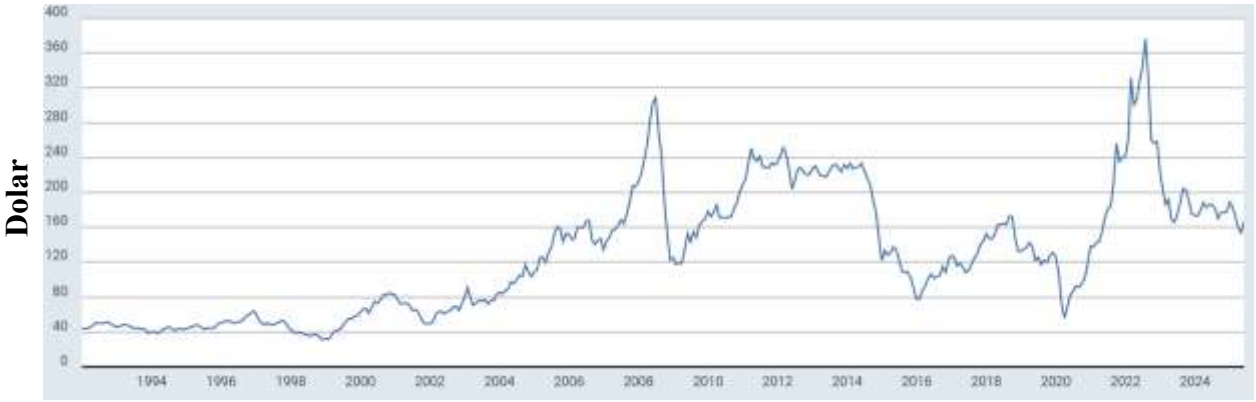
Modern sanayi tarihi incelendiğinde, enerji piyasalarındaki şokların küresel ekonomik paradigmalarda köklü değişikliklere neden olduğu görülmektedir. 1973 Petrol Ambargosu ile başlayan süreç, 1979 Enerji Krizi ile devam etmiş ve günümüze kadar gerçekleşen enerji krizleri ile Şekil 1. de görüleceği üzere ham petrol fiyatlarında ciddi artışlara sebep olmuştur. Sanayileşmiş ülkelerin fosil yakıtlara olan bağımlılığının kırılganlığını ortaya koyan ilk büyük kırılmalar 1970'li yıllarda başlamıştır.



Şekil 1. 1946-2025 yılları arasındaki ham petrol fiyatlarındaki artış ve azalma grafiği (Macrotrends, 2025)

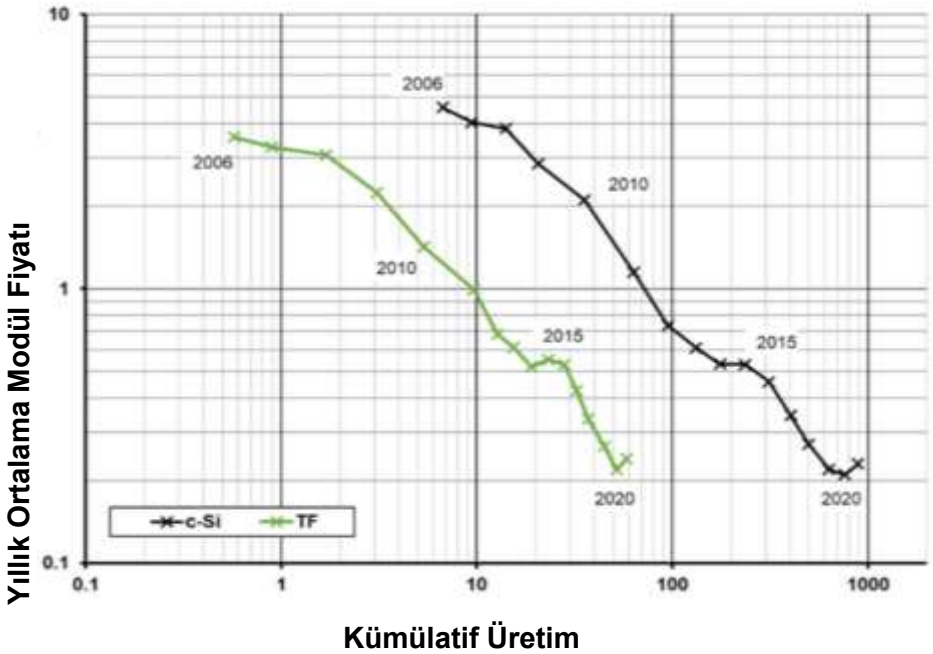
Bu dönemlerde yaşanan arz şokları, sadece enerji maliyetlerini arttırmakla kalmamış, aynı zamanda enflasyonist baskılarla küresel ekonomik aktivitede azalmayı tetiklemiştir. Bu duruma

bağlı olarak, küresel enerji fiyatlarında ciddi artışlar yaşanmıştır. Şekil 2. de görüleceği üzere 2008 krizi ve COVİD dönemlerinde enerji fiyatlarındaki artış ciddi bir boyutta yaşanmıştır.



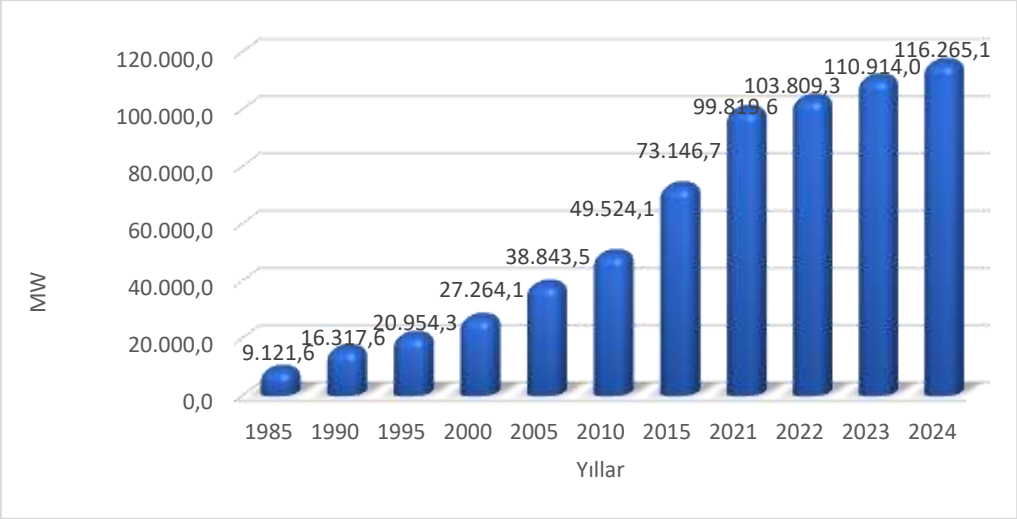
Şekil 2. 1992-2025 yılları arasındaki küresel enerji fiyatı grafiği (Federal Reserve Bank of St. Louis [FRED], 2025)

Bu krizler, ülkeleri enerji arz güvenliğini sağlamak adına kaynak çeşitliliğine gitmeye zorlamıştır. Özellikle son on yılda fosil yakıt fiyatlarındaki aşırı dalgalanmalara karşın, yenilenebilir enerji teknolojilerindeki maliyet düşüşleri de dikkat çekicidir. Örneğin Şekil 3.'e bakıldığında, güneş panellerinin üretiminin artması ile modül fiyatlarındaki düşüş, yenilenebilir enerji teknolojilerindeki maliyet düşüşlerini destekler niteliktedir.



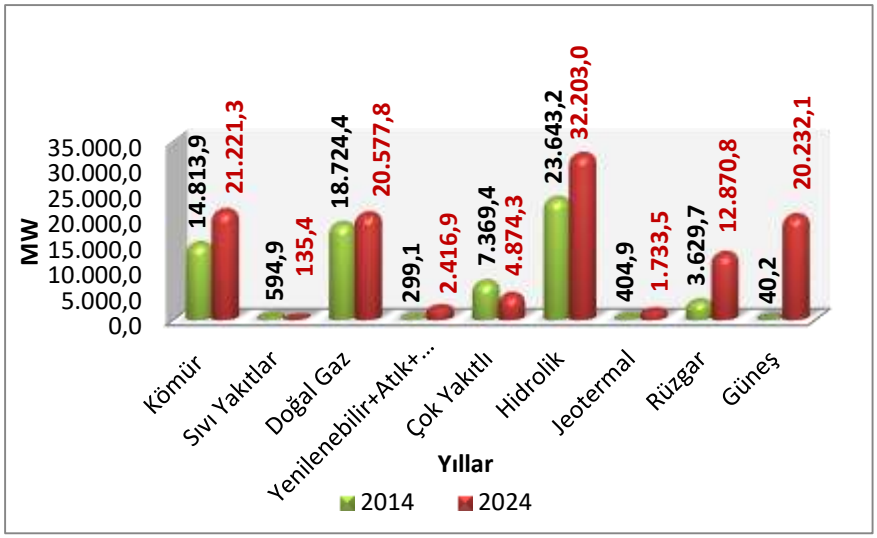
Şekil 3. 2006 – 2020 yılları arası yıllık güneş panellerinin ortalama modül fiyatı (EUR/Wp) ile kümülatif üretim (GWp) arasındaki ilişki grafiği (ResearchGate, 2025)

Fotovoltaik modüllerin birim maliyetindeki dramatik düşüş, güneş enerjisini "alternatif" bir kaynak olmaktan çıkarıp, yeni kurulan enerji santralleri arasında en rasyonel seçenek haline getirmiştir. Tarihsel süreçteki bu krizler ve güneş enerjisine yönelim arasındaki ilişki, enerji bağımsızlığı arayışının temel motivasyonu olmuştur.



Şekil 4. Türkiye'deki kurulu gücün 1985 – 2024 yılları arasındaki değişimi grafiği (Türkiye Elektrik İletim A.Ş. [TEİAŞ], 2025)

Türkiye'de ise son 20 yılda kurulu gücün Şekil 4. de görüleceği üzere 9.121,6 MW seviyesinden 116.265,1 MW seviyelerine gelmesi Türkiye'yi farklı enerji kaynaklarına yönelmesine neden olmuştur. Enerji'de dışa bağımlılığın o ülke için oldukça olumsuz olması oldukça açıktır. Bu yolla Türkiye' de enerji ihtiyacı için farklı enerji kaynaklarına yönelmiş, mevcut enerji üretim tesislerinin de kapasitesini arttırmıştır. Şekil 5. de görüleceği üzere, enerji üretim tesislerindeki en büyük artış güneş panellerinde yaşanmıştır. 2014 yılında 40,2 MW olan kurulu güneş enerjisi, 2024 yılında 20.231,1 MW seviyesine çıkmış ve bu genel kapasitesine oranla %0,06 (2014)'dan %17,40 (2024) seviyesine çıkarak %17,34'lük bir artış yakalamıştır.



Şekil 5. Türkiye'deki 2014 – 2024 yılları arasındaki kurulu enerji kaynakları grafiği (Türkiye Elektrik İletim A.Ş. [TEİAŞ], 2025)

Öyle ki 2024 verilerine göre (Şekil 5.) 116.265 MW olan kurulu gücün 69.162,7 MW (%59,49)'ı yenilenebilir enerjiden karşılanmaktadır. Bu yenilenebilir enerji kaynaklarındaki kurulu gücün %17,40'ını yine güneş enerjisi oluşturmaktadır. Grafikten de görüleceği üzere yenilenebilir enerji kaynakları arasında, güneş paneli 2. sırada, kurulu güçteki genel sıralamada ise 4. dür. T.C. Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı tarafından paylaşılan tahminlere göre, elektrik tüketiminin 2030 yılında 455,5 TWh, 2035 yılında ise 510,5 TWh seviyelerine çıkması beklenmektedir (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, n.d.).

Veriler incelendiğinde Türkiye'deki güneş enerjisindeki yükselen trend desteklenmekte ve bu yeni teknolojik gelişmelerle yapılmaktadır. Bu durum, Türkiye'nin enerji üretiminin arttırılması gerektiğinin de açık bir göstergesidir.

3. FOTOVOLTAİK TEKNOLOJİLERİN EVRİMİ VE PEROVSKİTLERİN YÜKSELİŞİ

Güneş enerjisi teknolojileri, tarihsel gelişim süreçlerine ve kullanılan malzeme yapılarına göre üç temel nesil altında sınıflandırılmaktadır. Bunlar, birinci nesil (kristal silikon), ikinci nesil (ince filmler) ve üçüncü nesil (Perovskit) şeklinde sınıflandırılmaktadır. Her bir nesil, verimlilik, üretim maliyeti ve ölçeklendirilebilirlik açısından farklı avantaj ve dezavantajlara sahiptir.

3.1. BİRİNCİ NESİL (KRİSTAL SİLİKON) GÜNEŞ ENERJİSİ TEKNOLOJİSİ

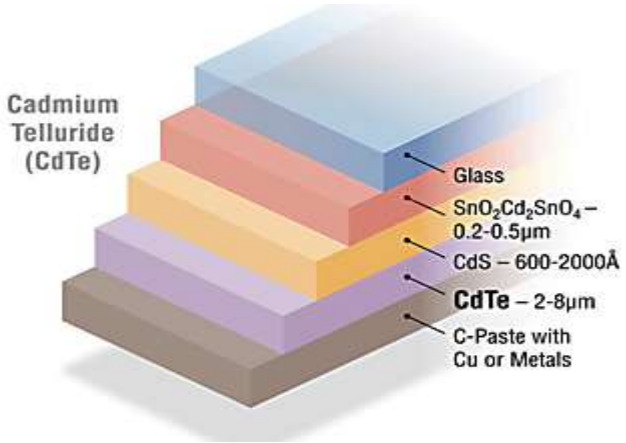
Mevcut küresel fotovoltaik pazarının yaklaşık %90'ını oluşturan bu teknoloji, monokristal (c-Si) ve polikristal (mc-Si) silikon tabanlıdır. Yüksek kararlılıkları ve kanıtlanmış ömürleri (25+ yıl) ile endüstri standardı haline gelmişlerdir (KorvusTech, n.d.). Ancak, silikonun dolaylı bant aralığına sahip olması nedeniyle ışığı soğurabilmesi için kalın bir tabakaya ihtiyaç duyması ve üretim sürecinde çok yüksek sıcaklıklara (1400°C üzeri saflaştırma işlemleri) gereksinim duyması, maliyet düşüşlerini belirli bir noktada sınırlamaktadır. En önemlisi, silikon teknolojisi teorik verimlilik limitine (%29.4) yaklaşmış durumdadır, bu da daha fazla verimlilik artışının fiziksel olarak zorlaşması anlamına gelmektedir.



Şekil 6. Solda Mono-Kristal Silikon Güneş Pili ve Sağda Poli-Kristal Silikon Güneş Pili (KorvusTech, n.d.)

3.2. İKİNCİ NESİL (İNCE FİLMLER) GÜNEŞ ENERJİSİ TEKNOLOJİSİ

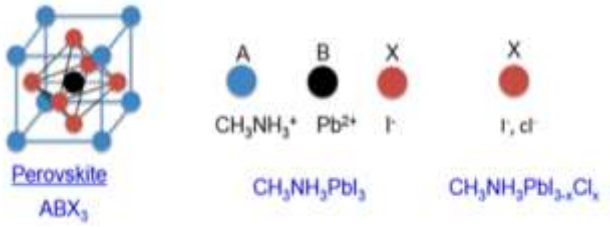
Şekil 7.'deki gibi Kadmiyum Tellür (CdTe) ve Bakır İndiyum Galyum Selenid (CIGS) gibi teknolojileri kapsar. Silikona göre daha az malzeme kullanımı ve esnek yapı avantajları sunsalar da, nadir bulunan elementlere (Tellür, İndiyum gibi) bağımlılıkları ve kristal silikona kıyasla daha düşük verimlilikleri nedeniyle pazar payları sınırlı kalmıştır.



Şekil 7. CdTe İnce Film Güneş Hücresi (NREL, 2025)

3.3. ÜÇÜNCÜ NESİL (PEROVSKİT) GÜNEŞ ENERJİSİ TEKNOLOJİSİ

Perovskitler, güneş enerjilerindeki hücre uygulamalarında potansiyeli oldukça yüksek bir malzeme haline gelmiştir. Kendine özgü kristal bir formülü Şekil 8'de ABX3 formülü ile gösterilmiştir. Formül incelendiğinde, A yerine Metil Amonyum (CH3NH3), B yerine Kurşun (Pb) ve X yerine Klor (Cl), Brom (Br) ya da İyot (I) kullanılmaktadır. Perovskit, geniş bir organik katyondan, küçük katyondan ve halojen anyondan oluşmaktadır. Geniş organik katyon olarak Metil Amonyum (CH3NH3), küçük katyon olarak Kurşun (Pb) ve halojen anyon olarak Klor (Cl), Brom (Br) ya da İyot (I) kullanılmaktadır.



Şekil 8. Perovskit Malzemesinin Molekül Yapısı (Zhihua ve diğ., 2013)

Yapılan ilk perovskit güneş hücresi denemelerinde, CH3NH3PbX3 (X için Br ve I) yapısı ile kullanıldığında Tablo 1.'de görüleceği üzere brom kullanıldığında %3.1 olan verim, iyot kullanıldığında %3,8 değerine çıkmıştır (Zhihua ve diğ., 2013).

Tablo 1. CH3NH3PbX3 molekül yapısı için kullanılan güneş hücresindeki verimlilik değişimi tablosu (Zhihua ve diğ., 2013)

X için kullanılan element	Perovskit Güneş Hücresi Verimi
CH3NH3PbBr3	%3,1
CH3NH3PbI3	%6,5

İlerleyen yıllarda molekül yapısındaki sıvı elektrolit içerisinde yapılan iyileştirilmeler ile bu oran %9,7'ye, molekül üzerine yapılan eklemeler ile (CH3NH3PbI3-xClx gibi) %10,9'lara, gözenek üzerinde yapılan ölçek değiştirilmeleri ve geri besleme ölçümleri ile bu oran %20,1 (2018) seviyelerine ve 2024 itibarıyla perovskit-silikon tandem hücrelerde laboratuvar verimlilikleri %33,7 seviyesine ulaşmıştır (Yılmaz ve diğ., 2018; U.S. Department of Energy, n.d.). Düşük enerji gereksinimi olan çözüm tabanlı üretim yöntemleri sayesinde, Perovskit teknolojileri, güneş enerjisi üretim maliyetlerini daha da düşürme ve esnek/hafif uygulamaların önünü açma vaadi taşımaktadır. Globalde, üstünlüğü elinde tutan silikon tabanlı güneş panellerinin önümüzdeki 10 yıl içerisinde azalacağı ve pazarda perovskit tabanlı güneş

hücrelerinin de gözle görülür bir orana gelmesi beklenmektedir. Perovskitlerin son yıllarda öne çıkmasının birden fazla nedeni vardır. Başlıca nedenleri:

1. Perovskit malzemelerin kimyasal bileşimi değiştirilerek, güneş spektrumunun farklı dalga boylarını emmeleri sağlanabilir. Bu özellik, onları silikon hücrelerin üzerine entegre edilerek "Tandem Hücre" yapımında mükemmel bir bütün haline getirmektedir.
2. Yüksek saflıkta vakum ortamları gerektiren silikonun aksine, perovskitler çözelti tabanlı yöntemlerle ve düşük sıcaklıklarda üretilebilirler. Bu durum, fabrika kurulum maliyetlerini (CAPEX) ve karbon ayak izini ciddi oranda düşürme potansiyeli taşır.
3. Perovskit yapısında kullanılan temel bileşenler, nadir elementlere kıyasla daha bol ve erişilebilirdir.

Sonuç olarak, fotovoltaik teknolojilerin evrimi, yüksek verim – yüksek maliyet denkleminden, perovskitler sayesinde ultra yüksek verim – düşük üretim maliyeti dengesine doğru evrilmektedir. Fotovoltaik (PV) teknolojilerin tarihsel gelişimini ve perovskitlerin sektördeki dönüştürücü rolünü anlamak için, araştırma hücrelerinde elde edilen en yüksek verimlilik değerlerinin zaman içindeki değişimi kritik bir göstergedir. Şekil 9'da 2025, 2030 ve 2035 yılları için yıllık ince film fotovoltaik (PV) kurulumlarının teknoloji bazlı pazar payı tahminleri verilmiştir. Şekil 10 de ise Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı (NREL) tarafından hazırlanan ve farklı PV teknolojilerindeki rekor verimlilikleri göstermektedir (National Renewable Energy Laboratory [NREL], 2025).



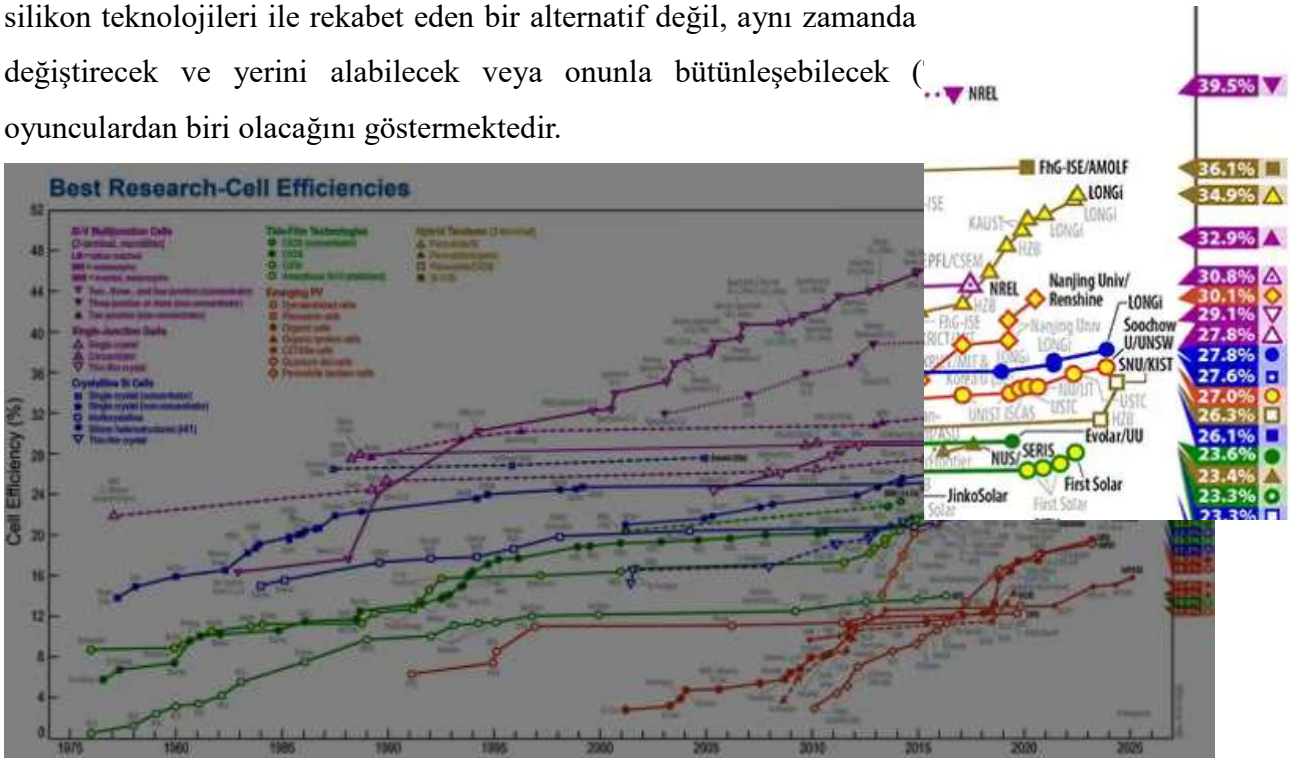
Şekil 9. 2025, 2030 ve 2035 yılları için yıllık ince film fotovoltaik (PV) kurulumlarının teknoloji bazlı pazar payı tahminleri (IDTechEx, 2025)

Şekil 10.'deki grafik incelendiğinde, kristal silikon (c-Si) gibi birinci nesil teknolojilerin bugünkü verimlilik seviyelerine (%26-%27 bandı) ulaşmasının yaklaşık 30-40 yıl sürdüğü

açıkça görülmektedir. Buna karşın, grafikte 2013 civarında gözlemlenmeye başlanan perovskit teknolojisinin, verimlilik eğrisinde dik bir fırlama yaşayarak sadece 10-15 yıl gibi kısa bir süre içerisinde %26 ile %30.1 (Perovskit-Silikon Tandem) bandına ulaşmıştır.

Bu hız, perovskitlerin olağanüstü optoelektronik özelliklerinin ve düşük maliyetli üretim potansiyelinin en somut kanıtıdır. Perovskit-Silikon Tandem hücrelerin 2024 itibarıyla %33.7 seviyesine ulaşan laboratuvar verimlilikleri, teorik limiti %29.4 olan tek bağlantılı silikon hücrelerin erişemediği yeni bir verimlilik çağının kapılarını aralamaktadır.

Şekil 10'in ortaya koyduğu bu ivme, perovskitin önümüzdeki 10 yıl içerisinde sadece mevcut silikon teknolojileri ile rekabet eden bir alternatif değil, aynı zamanda değiştirecek ve yerini alabilecek veya onunla bütünleşebilecek (oyunculardan biri olacağını göstermektedir.



Şekil 10. En iyi araştırma hücresi verimlilikleri grafiği (NREL, 2025)

Diğer teknolojilerin (örneğin silikon) bugün ki verimlilik seviyelerine ulaşması 30-40 yıl sürerken, perovskit teknolojisinin (grafikte 2013 civarında başlayarak, dik dik bir şekilde yükseldiği görülmektedir) sadece 10-15 yıl içerisinde %26-%33 verimlilik bandına fırlamıştır. Bu durum perovskitin, bizlere önümüzdeki 10 yıl içerisinde, pazar payını tamamen değiştirecek ana oyunculardan biri olacağını göstermektedir.

4. TÜRKİYE'DE PEROVSKİT TEKNOLOJİSİ

Yüksek teknolojili güneş pillerinin üretimi, sadece laboratuvar başarısına değil, güvenilir bir hammadde tedarik zincirine bağlıdır. Perovskit hücrelerde kullanılan temel malzemelerin yanı

sıra, bu hücrelerin şeffaf iletken oksit (TCO) katmanları ve elektron taşıyıcı katmanları için Nadir Toprak Elementleri (NTE) ve kritik metaller önem taşır. Dünya genelinde nadir yer elementleri rezervlerinin ve üretiminin büyük bir kısmı Çin'in kontrolündedir. Çin, küresel üretimin %60'ından fazlasını, işleme kapasitesinin ise %80'inden fazlasını elinde tutmaktadır. Bu durum, yüksek teknoloji ürünlerinde Çin'e olan bağımlılığı artırmaktadır (Yırcalı, 2023). Perovskit modüllerinde, arka kontak için altın ya da diğer iletken metallere; şeffaf iletken oksit (TCO) katmanları ya da taşıyıcı katmanlarında ise indiyum, galyum, selenyum gibi "minör metaller" kullanılabilmektedir. Bu metallerin tedariği ve fiyat istikrarı yine önem arz etmektedir. Güneş paneli endüstrisinde, bu minör metaller (örneğin indiyum, galyum, selenyum gibi) bazen nadiren üretilen metaller olarak kabul edilir (RatedPower, 2021). Bu açıdan, perovskit PV'nin hammaddesi tamamen bol bulunan kaynaklara dayandığını söylemek yanıltıcı olabilir. Çünkü tedarik zincirindeki darboğazlar burada da ortaya çıkabilir. İşte bu nedenle, Türkiye'nin sahip olduğu nadir toprak / kritik mineral potansiyeli, perovskit / genel PV ekosistemi açısından stratejik bir avantaj sunuyor. Ülkemizde, özellikle Eti Maden tarafından işletilen Eskişehir-Beylikova sahasında yaklaşık 694 milyon tonluk nadir toprak elementi (NTE) rezervi olduğu açıklanmıştır; bu rezervin, dünyadaki en büyük ikinci NTE kaynakları arasında yer alma potansiyeli taşıdığı bildirilmektedir (Anadolu Ajansı, 2025a; Anadolu Ajansı, 2025b). 694 milyon ton, toplam cevher miktarıdır; bu cevherin içindeki nadir toprak oksit oranı %1–2 civarındadır. Türkiye için nadir toprak elementinin önemi Şekil 11'de verilmiştir.



Şekil 11. Anadolu Ajansı verilerine göre Türkiye, yaklaşık 694 milyon tonluk nadir toprak elementi rezerviyle, Çin'in ardından dünyanın en büyük ikinci rezervine sahip ülkesi konumundadır (Anadolu Ajansı, 2025c).

Bu bağlamda, eğer Türkiye bu rezervleri işleyip saf oksit/metalik formda NTE'leri üretime sokabilirse; hem rüzgâr türbinleri, elektrikli araç motorları gibi NTE'ye bağımlı sektörler hem de PV endüstrisi için kritik bileşen temin edilebilir ve bu da tedarik güvenliğini artırır, dışa bağımlılığı azaltır. Ayrıca, perovskit hücre teknolojilerinin alt tabakalarında kullanılan minor metallere erişim, Türkiye'nin global tedarik zincirlerinde daha etkin bir konum kazanmasına imkan verebilir.

Türkiye'de perovskit güneş hücrelerinin üretimi şu anda büyük ölçekli ticarileşme aşamasında değildir; ancak bu alanda oldukça yoğun ve önemli Ar-Ge faaliyetleri yürütülmektedir. Mevcut durumda, Türkiye'deki güneş paneli üretimi yapan büyük firmalar ağırlıklı olarak geleneksel silikon bazlı paneller üretmektedir. Perovskit güneş hücreleri konusundaki bilimsel çalışmalar ve prototip üretimleri, genellikle üniversitelerdeki araştırma merkezleri ve enstitüler bünyesinde yoğunlaşmıştır. Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi'nde Nanoteknoloji Uygulama ve Araştırma Merkezi'nde (NUNAM) perovskit güneş pilleri konusunda aktif çalışmalar yapılmaktadır. Bu çalışmalar, hücre üretimi, karakterizasyonu, verimlilik ve stabiliteyi artırıcı yenilikçi malzemeler geliştirmeyi kapsamaktadır (Damgacı ve diğ., 2023). İstanbul Teknik

Üniversitesi Enerji Enstitüsü bünyesinde, TÜBİTAK ve diğer uluslararası projeler kapsamında yeni nesil perovskit güneş pilleri üzerine Ar-Ge projeleri yürütülmektedir (İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü, 2022). Orta Doğu Teknik Üniversitesi'nde Metalurji ve Malzeme Mühendisliği gibi bölümlerde perovskit katı hal elektrolit esaslı boya duyarlı güneş pilleri (DSSC) geliştirilmesi gibi TÜBİTAK destekli uluslararası projeler yürütülmüştür (Öztürk ve diğ., 2018).

Perovskit teknolojisi, silikon teknolojisinin yerini alabilecek veya onunla tandem yapılar oluşturabilecek (verimliliği artırmak için iki teknolojiyi üst üste kullanmak) potansiyele sahiptir. Türkiye'de henüz ticari ölçekte perovskit paneller üreten fabrikalar bulunmamaktadır. Ancak, dünyanın birçok yerinde olduğu gibi, ülkemizdeki üniversiteler ve araştırma merkezleri, perovskit teknolojisinin kararlılık ve uzun ömür sorunlarını çözerek ticarileşmeye hazır hale getirilmesi için çalışmalarına devam etmektedirler.

5. ULUSAL ENERJİ STRATEJİSİNE ENTEGRASYONU VE ÖNERİLER

Türkiye'nin 2053 Net Sıfır Emisyon hedefine ulaşabilmesi için Perovskit teknolojilerinin stratejik bir plan dahilinde desteklenmesi gerekmektedir. 12. Kalkınma Planı'nda belirtilen "Yeşil Dönüşüm" ve "Teknolojik Dönüşüm" eksenleri bu entegrasyon için uygun zemini oluşturmaktadır (T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, n.d.; T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2024). Aşağıda Tablo 2.'de verilen tabloda, 12.Kalkınma Planı kapsamında belirlenen elektrik kurulu gücü ve kaynak dağılımı hedefleri sunulmaktadır. Bu veriler, özellikle güneş enerjisi kapasitesinde öngörülen artışı ve dolayısıyla yeni nesil, yüksek verimli teknolojilere duyulan ihtiyacı somutlaştırmaktadır.

Tablo.2 On İkinci Kalkınma Planı, enerji sektörü hedefleri tablosu (12.Kalkınma Planı)

	2022	2023	2028
Birincil Enerji Talebi (BTEP)	159.500	165.350	190.000
Kişi Başı Birincil Enerji Tüketimi (TEP/Kişi)	1,87	1,90	2,0
Elektrik Enerjisi Talebi (TWh)	331	325	430
Kişi Başı Elektrik Enerjisi Tüketimi (kWh/Kişi)	3.883	3.780	4.700
Elektrik Kurulu Gücü (MW)	103.809	106.800	136.000
Rüzgar Kurulu Gücü (MW)	11.396	11.700	18.000
Güneş Kurulu Gücü (MW)	9.425	11.350	30.000
Yerli Kaynaklardan Üretilen Elektrik Enerjisi Miktarı (TWh)	190,4	176,0	270,0
Yenilenebilir Kaynakların Elektrik Üretimindeki Payı (%)	42,4	40	50
Doğal Gazın Elektrik Üretimindeki Payı (%)	22,9	23	15
Yer Altı Doğal Gaz Depolama Kapasitesi (Milyar m^3)	5,8	5,8	13
Enerji Verimliliğinden Sağlanan Tasarruf Miktarı (BTEP)	-	-	4.500
Batarya Depolama Kapasitesi (MW)	0	0	5.000

Tablo 2'de görüldüğü üzere, 2028 yılına kadar güneş enerjisi kurulu gücünün yaklaşık 30 GW seviyesine çıkarılması hedeflenmektedir. Bu, mevcut kapasitenin üç katına çıkması anlamına gelmektedir. Bu hedefe ulaşırken kullanılacak teknolojinin yerli ve milli olması, "Enerjide Tam Bağımsızlık" vizyonunun ön koşuludur.

Bu çerçevede öneriler şu şekilde olmaktadır:

1. Silikon hücre üretiminde olduğu gibi (örneğin Kalyon PV modeli), Perovskit teknolojileri için de Ar-Ge'den seri üretime geçişi sağlayacak pilot tesisler kurulmalıdır. 2030 Sanayi Stratejisi'ndeki "Odak Sektörler" kapsamına yeni nesil PV teknolojileri eklenmelidir.
2. Beylikova'daki Nadir Yer Elementleri İşleme Pilot Tesisi'nin çıktıları, doğrudan ileri teknoloji güneş paneli malzemeleri (iletken camlar, katkı maddeleri) üretimine yönlendirilmelidir.
3. Kentsel dönüşüm projelerinde, Perovskit tabanlı şeffaf veya renkli güneş panellerinin cephe kaplaması olarak kullanılması yasal düzenlemelerle teşvik edilmelidir. Bu durum, "yerinde üretim, yerinde tüketim" ilkesini güçlendirecektir.
4. Mevcut silikon panel üreticilerinin, üretim hatlarını tamamen değiştirmek yerine, silikon hücrelerin üzerine perovskit kaplayarak verimliliği artıran "Tandem" teknolojisine geçişleri için devlet destekleri sağlanmalıdır.

Ayrıca, makalede sunulan ekonomik ve teknik hesaplamalar, Perovskit/Silikon Tandem hücre teknolojisine geçişin, Türkiye'nin Ulusal Enerji Stratejisi için sağladığı somut faydaları gözler önüne sermektedir. Ticari olarak %30 verimlilik varsayımıyla, Perovskit teknolojisi aynı yüzey alanında mevcut Kristal Silisyum (c-Si) modüllere kıyasla 1.5 kat daha fazla enerji verimliliği sunma potansiyeline sahiptir.

Bu verimlilik çarpanı, Türkiye'nin mevcut güneş enerjisi kurulu gücüne (Mayıs 2025 itibarıyla 22.648 MW) uygulandığında, ülkenin 2028 yılı için belirlenen 30.000 MW kurulu güç hedefini, 2025 yılında 33.972 MW'a ulaşarak, üç yıl erken aşacağı belirlenmiştir.

Ekonomik analizler, Perovskit tabanlı sistemlerin c-Si tabanlı sistemlere göre potansiyel olarak daha yüksek yıllık gelir (yılda yaklaşık 14,281 Milyar TL'lik ek gelir farkı) ve daha kısa amorti süresi (1.462 yıl) sunduğunu göstermektedir. Bu bulgular ışığında, teknolojik ve ekonomik bağımsızlık hedeflerine ulaşmak için, ulusal politikaların hızla yeni nesil, yüksek verimli PV teknolojilerine odaklanması kritik önem taşımaktadır.

5. SONUÇ

Perovskit güneş hücreleri, fotovoltaik teknolojilerin dönüşümünde çığır açıcı bir aşamayı temsil etmekte olup, laboratuvar ölçeğinde elde edilen yüksek verimleri, düşük maliyetli üretim olanakları ve silikon tabanlı hücrelerle oluşturdukları tandem yapılar sayesinde enerji sektöründe stratejik bir konuma sahiptir. Türkiye'nin artan elektrik tüketimi, yenilenebilir enerjiye yönelik ulusal hedefleri ve 2053 Net Sıfır Emisyon vizyonu doğrultusunda perovskit teknolojilerinin ticarileştirilmesi yalnızca bir tercih değil, aynı zamanda stratejik bir gerekliliktir. Türkiye'de yürütülen üniversite ve araştırma merkezi odaklı Ar-Ge çalışmaları, bu teknolojinin bilimsel temelinin güçlendiğini ve ticarileştirme sürecine doğru önemli bir ivme kazanıldığını göstermektedir.

Perovskit teknolojisinin büyük ölçekli uygulamalara geçebilmesi için çözülmesi gereken başlıca unsurlar, uzun dönemli kararlılık problemleri, modül ölçekleme süreçleri, üretim hatlarının kurulması ve güvenilir tedarik zincirlerinin oluşturulmasıdır. Bu noktada Türkiye'nin Eskişehir-Beylikova havzasında bulunan ve küresel ölçekte önem taşıyan nadir toprak elementi rezervleri, perovskitlerin üretiminde kullanılan kritik malzemelerin yerelleştirilmesi için stratejik bir fırsat sunmaktadır. Bu rezervlerin işlenerek yüksek teknoloji üretim zincirine entegre edilmesi, hem perovskit tabanlı PV teknolojilerinin hem de genel yenilenebilir enerji ekipmanlarının dışa bağımlılığını azaltacaktır.

Türkiye'nin mevcut silikon tabanlı güneş paneli üretim altyapısı, perovskit-silikon tandem modüllere geçiş için güçlü bir başlangıç noktası oluşturmaktadır. Bu geçişin desteklenmesi, yerli üreticilerin küresel rekabette avantaj elde etmesini sağlayacak, aynı zamanda Türkiye'nin güneş enerjisi kapasitesindeki artışı daha verimli ve sürdürülebilir hale getirecektir. Ayrıca, kentsel dönüşüm projeleri ve BIPV uygulamalarında perovskit tabanlı çözümlerin teşvik edilmesi teknolojinin yaygınlaşmasını hızlandıracaktır.

Sonuç olarak Türkiye için perovskit teknolojisi, yalnızca bir fotovoltaik seçenek değil; enerji arz güvenliği, ekonomik çeşitlenme, teknolojik bağımsızlık ve küresel rekabet gücü açısından stratejik bir fırsattır. Ar-Ge'nin desteklenmesi, sanayi işbirliklerinin güçlendirilmesi, kritik malzemelerin yerelleştirilmesi ve ulusal politika çerçevelerinin bu teknolojiyi kapsayacak şekilde güncellenmesiyle Türkiye, yeni nesil güneş enerjisi teknolojilerinde öncü ülkelerden biri olma potansiyeline sahiptir.

KAYNAKLAR

Anadolu Ajansı. (2025a). *Türkiye'nin nadir toprak elementleri stratejik olarak neden önemli?*

Anadolu Ajansı. (2025b). *Türkiye'de nadir toprak elementlerinde üretim zinciri*.
Anadolu Ajansı. (2025c). *Türkiye'nin 694 milyon ton nadir toprak elementi rezervi*. https://www.aa.com.tr/
European Commission. (2019). *The European Green Deal*. European Union.
Federal Reserve Bank of St. Louis. (2025). *Global price of energy index (1992–2025)*. https://fred.stlouisfed.org/
IDTechEx. (2025). *Thin-film PV market share forecast (2025–2035)*. https://www.idtechex.com/
International Energy Agency. (2024). *World energy outlook 2024*. IEA.
Intergovernmental Panel on Climate Change. (2018). *Global warming of 1.5°C (SR15)*. IPCC.
Intergovernmental Panel on Climate Change. (2021). *AR6 climate change 2021: Summary for policymakers*. IPCC.
KorvusTech. (n.d.). *Crystalline vs thin-film solar panels*. https://korvustech.com/
Macrotrends. (2025). *Crude oil prices – 1946 to 2025*. https://www.macrotrends.net/
National Renewable Energy Laboratory. (2025). *Best research-cell efficiency chart*. https://www.nrel.gov/pv/cell-efficiency
National Renewable Energy Laboratory. (2025). *CdTe thin-film solar cell structure*. https://www.nrel.gov/
Okinawa Institute of Science and Technology. (2025). *Schematic of a perovskite solar cell (ABX3 crystal structure)*. https://www.oist.jp/
Ossila. (n.d.). *Perovskite tandem solar cells*. https://www.ossila.com/pages/perovskite-tandem-solar-cells
Öztürk, A., Park, J., Durukaya, G. (2018). *Perovskit katı hal elektrolit esaslı boya duyarlı güneş enerjisi pili*.
RatedPower. (2021). *Rare metals in the photovoltaic industry*. https://ratedpower.com/
ResearchGate. (2025). *PV modules technological learning curve for crystalline silicon (c-Si) and thin-film (TF)*. https://www.researchgate.net/
Smil, V. (2016). *Energy transitions: Global and national perspectives* (2nd ed.). ABC-CLIO.
T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2024). *On ikinci kalkınma planı (2024–2028)*.
T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2025). *12. kalkınma planı – enerji ve maden hedefleri*. https://www.sbb.gov.tr/
T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı. (2023). *2030 sanayi ve teknoloji stratejisi*.
Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (2025). *Türkiye elektrik kurulu güç zaman serisi (1985–2024)*. https://www.teias.gov.tr/
Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (2025). *Türkiye kurulu güç – kaynak bazlı dağılım (2014–2024)*. https://www.teias.gov.tr/
U.S. Department of Energy. (n.d.). *Perovskite solar cells*. https://www.energy.gov/eere/solar/perovskite-solar-cells
United Nations Framework Convention on Climate Change. (2015). *The Paris Agreement*. United Nations.
Yılmaz, G., Özkök, Ç. (2018). *Perovskit güneş hücreleri ve kararsızlık problemleri*.
Yırcalı, O. C. (2023). *Nadir yer elementleri: Türkiye'nin nadir yer element kaynakları* (Master's thesis, Balıkesir University).
Damgacı, E., Seyhan, A. (2023). *Perovskit güneş hücreleri için c-TiO_2 optimizasyonu*.
İstanbul Teknik Üniversitesi Enerji Enstitüsü. (2022). *Yeni nesil perovskit güneş pilleri geliştirildi*

OFFSHORE WIND TURBINES (TURBINES FOR THE OCEAN)

Mohammed Ahmed Ali ALI
Gelisim Istanbul University, Department of Electrical and Electronics Engineering, Istanbul, Turkey
ORCID: 0009-0008-8031-6481
AbdulWahab Ahmed JASIM
Gelisim Istanbul University, Department of Electrical and Electronics Engineering, Istanbul, Turkey
ORCID: 0009-0004-6229-8778
Asst. Prof. Ercan AYKUT
Gelisim Istanbul University, Department of Electrical and Electronics Engineering, Istanbul, Turkey
ORCID: 0000-0001-8639-8408

ABSTRACT

Offshore Wind Turbines(Turbines for the ocean) Many countries are currently working on plans to use more clean energy, and offshore wind turbines are a big part of this effort. They have a lot of power because they have strong and steady marine wind resources. Putting these parts together is hard because they don't fit well, aren't strong enough, and there is already a base. Recent research has made it easier to set up, use, and organize computer models to make sure that offshore turbines work safely and efficiently.It is very important to put a turbine in the right place.It takes a lot of technical planning to choose the right vessel, raise it, and set environmental limits so that costs and time limits aren't exceeded.One of the hardest parts of building an offshore wind farm is figuring out how to build the foundations.These include jackets, monopiles, suction caissons, and platforms that float.Studies show that offshore wind turbines are dynamically sensitive systems because the natural frequencies of wind, waves, and rotors are close to each other.This means that the soil and structure need to be changed very carefully so that they can work together without putting too much stress on either one.Geotechnical studies show that soil may become less stiff when it is exposed to cyclic loads for a long time.This could change how often and how stable natural structures are.We need better models to figure out how long a building will last. New ways of doing numerical modeling, like frequency-domain fatigue analysis, integrated aero-hydro-elastic simulations, and probabilistic installation-risk assessment, are making designs more accurate and safer.Building turbines offshore costs more than building them on land at first.The cost of electricity is likely to go down a lot because of better basic optimization, better installation logistics, and new floating turbine designs.This study uses the most recent data to improve offshore wind energy systems for use in the future.

It is important to know what offshore wind turbines are made of, how they are built, how they interact with the bottom, how long they last, and how much power they can produce.

Keywords: Offshore wind turbines, foundations, installation methods, soil–structure interaction, fatigue analysis, renewable energy.

FUEL FLEXIBILITY AND OPERATIONAL CHALLENGES IN MODERN COAL-FIRED POWER STATIONS

Asst. Prof. ERCAN AYKUT
Ercan Aykut (0000-0001-8639-8408)
Gelisim Istanbul University, Department of Electrical and Electronics Engineering, Istanbul, Turkey
Mohammed Wakas SAAD
ORCID: 0009-0003-9729-8076
Gelisim Istanbul University, Department of Engineering and Architecture, Electrical and Electronics Engineering, Istanbul, Turkey

ABSTRACT

Modern coal-fired power stations are evolving rapidly as they strive to burn a broader range of fuels—spanning sub-bituminous and lower volatile coals to diverse biomasses—while facing stiff economic and environmental pressures. Because these plants were originally designed for a much narrower range of fuel types, integrating new fuel blends brings technical challenges. Plants must contend with reduced combustion efficiency, more frequent pollutant emissions, and new operational headaches such as unstable flames, slagging, and fouling. These issues are compounded by the modern grid's demand for flexibility, as plants frequently ramp power output up and down to match fluctuating electricity needs. In response, the industry has turned to advanced monitoring and automated control systems. Fuel is delivered from bunkers, pulverized, and efficiently routed to matrices of burners—sometimes numbering up to 48 per unit—requiring careful control of air-fuel ratios and uniform fuel distribution. Smart sensors and online diagnostics are now vital for tracking the precise flow, composition, and combustion properties of varied fuels in real time. Effective deployment of these technologies improves combustion, reduces emissions, and allows valuable byproducts like low-carbon ash to be reused in cement manufacturing. By embracing real-time measurement and innovative control, coal power stations can achieve greater fuel flexibility and comply with tightening environmental regulations, ensuring their operational viability into the future

Key-word: Fuel flexibility, Coal-fired power plant, Biomass blending, Combustion efficiency, Pollutant emissions, Advanced monitoring.

TURİZM İŞLETMELERİNDE GIDA GÜVENLİĞİ: TURİST ALGISI, UYGULAMA GERÇEKLİĞİ VE SEKTÖREL RİSKLER

Dr. Adnan AKIN
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu Meslek Yüksekokulu,
Otel, Lokanta ve İkram Hizmetleri Programı,
ORCID: 0000-0003-1274-1538
Prof. Dr. Aliye ÇİLAN AKIN
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Turizm Fakültesi,
Turizm İşletmeciliği ABD,
ORCID: 0000-0001-8589-7547

ÖZET

Bu çalışma, Türkiye'de turizm işletmelerinde gıda güvenliği uygulamalarının turist algısı, sağlık deneyimi ve destinasyon tercihleri üzerindeki etkilerini literatür sentezine dayalı tematik analiz yöntemiyle incelemektedir. Verilerin analizinde ulusal ve uluslararası araştırmalar, resmi raporlar ve doğrulanabilir kaynaklar sistematik olarak değerlendirilmiş; turist algısı, personel bilgi-davranış düzeyi, işletme uygulamaları, bölgesel farklılıklar ve eğitim süreçleri olmak üzere beş temada bütünleşik bir çerçeve ortaya konmuştur. Bulgular, gıda güvenliğinin teknik ve operasyonel bir gereklilikten ziyade destinasyon rekabeti, marka değeri ve tekrar ziyaret niyetini belirleyen stratejik bir unsur olduğunu göstermektedir. Araştırma sonucunda, turistlerin sağlık risklerine ilişkin algıları ile işletmelerdeki operasyonel uygulamalar arasındaki yapısal kopuklukların sürdüğü; bilgi düzeyinin kalıcı bir davranışa dönüşmesinin ancak denetim sürekliliği ve kurumsal gıda güvenliği kültürüyle mümkün olabileceği tespit edilmiştir. Bu çalışma, gıda güvenliği yönetiminin turizm sektöründe yalnızca hijyen prosedürleriyle sınırlandırılamayacağını; güven, risk algısı ve sürdürülebilir rekabet ekseninde yeniden tanımlanması gerektiğini vurgulayarak hem akademik literatüre hem sektörel politika geliştirme süreçlerine katkı sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Turizm İşletmeleri, Gıda Güvenliği, Turist Algısı

FOOD SAFETY IN TOURISM ENTERPRISES: TOURIST PERCEPTION, PRACTICAL REALITY AND SECTORAL RISKS

ABSTRACT

This study examines the effects of food safety practices in tourism enterprises in Türkiye on tourists' perceptions, health experiences, and destination preferences by employing a thematic analysis based on a synthesis of the existing literature. In the data analysis process, national and

international studies, official reports, and verifiable sources were systematically reviewed, resulting in the development of an integrated framework structured around five main themes: tourist perception, staff knowledge–behavior levels, operational practices of enterprises, regional differences, and training processes. The findings indicate that food safety extends beyond being a merely technical or operational requirement and emerges as a strategic factor shaping destination competitiveness, brand value, and revisit intention. The results further reveal the persistence of structural disconnections between tourists' perceptions of health risks and the operational practices implemented by tourism enterprises. Moreover, the transformation of knowledge into sustained behavioral change is found to be contingent upon continuous inspection mechanisms and the establishment of an institutionalized food safety culture. By emphasizing that food safety management in the tourism sector cannot be confined solely to hygiene procedures, this study argues for its reconceptualization within the dimensions of trust, risk perception, and sustainable competitiveness, thereby contributing to both the academic literature and sectoral policy development processes.

Keywords: Tourism Enterprises, Food Safety, Tourist Perception

GİRİŞ

Dünya ülkelerinde bacasız sanayi olarak bilinen turizm sektörü, ekonomik kalkınmanın, kültürel etkileşimin ve uluslararası rekabet gücünün temel stratejik bileşenlerinden biri olarak ulusal ekonomilere doğrudan katkı sağlamaktadır. Bu kapsamda destinasyonlar ülkenin, bölgenin ve şehrin kültürel kimliğini yansıtan, turist algısını biçimlendiren ve değerini artıran önemli alanlar olarak bilinmektedir. Destinasyonlarda özellikle gıda kalitesi, hijyen uygulamaları ve gıda güvenliği turist memnuniyetinin merkezindedir. Çünkü destinasyon tercihinde, marka imajı ve tekrar ziyaret niyeti üzerinde doğrudan etkilidir (Fung vd., 2018; Soylu, 2022; Tayar, 2010). Dolayısıyla söz konusu unsurlar turizm sektörünün sürdürülebilir başarısı için hayati bir önem taşımaktadır (Ayaz ve Sünbül, 2018; Kılıçalp, 2011; Şanlıer, 2005). Bu önem özellikle gıda kalitesi ve hijyen uygulamalarının merkezde olduğu göz önüne alındığında destinasyonların gıda güvenliği yönetim sistemlerini titizlikle ele almasını zorunlu hale getirmektedir.

Türkiye'nin sahip olduğu zengin gastronomik miras, coğrafi çeşitlilik ve artan turizm potansiyeli güçlü bir destinasyon olduğunu göstermektedir. Ancak çeşitli zamanlarda gıda

kaynaklı şikayetler, güven eksikliği oluşturarak sektörü olumsuz bir biçimde etkilemektedir. Bu durum sektörün sürdürülebilirliğini ve rekabet gücünü zayıflatmaktadır. Gıda güvenliği, turizm işletmeleri açısından yalnızca yasal düzenlemelere uyum gerektiren bir yükümlülük olarak değerlendirilmemelidir. Aynı zamanda turistlerin sağlık, güven ve genel tatil deneyimine ilişkin beklentilerinin merkezinde yer alan temel bir unsurdur. Gıda güvenliği uygulamalarında ortaya çıkan aksaklıklar, turist memnuniyetini olumsuz yönde etkilemekte ve sektör açısından uzun vadeli, derin ve kalıcı sorunlara yol açabilmektedir (Çakır, 2020; World Health Organization, 2015).

Literatür incelendiğinde, gıda güvenliği alanındaki akademik çalışmalar, genel itibariyle Tehlike Analizi ve Kritik Kontrol Noktaları (HACCP -Hazard Analysis and Critical Control Points) uygulamalarını, mikrobiyolojik analizleri ve denetim süreçleri gibi teknik ya da operasyonel konuları içermektedir. Ancak, bir turizm destinasyonunda algılanan gıda güvenliği düzeyini ele alan; bu algının turistlerin destinasyon seçim kararları, memnuniyet düzeyleri ve benzeri psikolojik ile davranışsal sonuçlar üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmaların sayısı sınırlıdır. Bu durum, özellikle zengin gıda kültürüne ve yüksek turizm potansiyeline sahip ülkeler arasında yer alan Türkiye açısından hem teorik hem de uygulamaya dönük önemli bir bilgi boşluğuna işaret etmektedir. Bu boşluk, turizm paydaşlarının risk yönetimi ve pazarlama stratejilerini turist algıları doğrultusunda etkin olacak biçimde yapılandırmalarını güçleştirmektedir. Nitekim uygulama süreçlerinde uyumsuzluk ve verimsizliklere neden olabilmektedir.

Türkiye'de son yıllarda, özellikle küçük ve orta ölçekli turizm işletmelerinde gıda kaynaklı zehirlenme vakalarında gözlenen artış, turizm sektörü açısından ciddi riskler doğurmuş; destinasyon imajı ve rekabet gücü üzerinde önemli tehditler oluşturmuştur. Ülkenin farklı illerinde ortaya çıkan gıda zehirlenmeleri, basında geniş yer bulmuş ve Sağlık Bakanlığı tarafından bu durum doğrulanmıştır. Söz konusu vakalar, özellikle küçük ölçekli yiyecek-içecek işletmeleri ile otel işletmelerinin mutfaklarında hijyen uygulamalarındaki yetersizlikleri, denetim mekanizmalarındaki eksiklikleri ve çalışan eğitimine ilişkin boşlukları belirgin biçimde ortaya koymaktadır.

Bu çalışmanın temel amacı, Türkiye'deki turizm işletmelerinde ortaya çıkan gıda kaynaklı sağlık risklerini mevcut literatür ve güncel, doğrulanabilir vakalar üzerinden derleyerek sektörel boşlukları analiz etmektir. Çalışma, mevcut literatür, resmi raporlar ve doğrulanabilir kaynaklar

üzerinden turizmde sağlık güvenliği ve kriz yönetimi konusunda farkındalık yaratmayı hedeflemektedir. Ayrıca, küçük ölçekli yiyecek içecek işletmelerinden büyük otel işletmelerine kadar farklı özellikteki turizm işletmeleri için önleyici stratejiler ve uygulanabilir politika önerileri sunmayı amaçlamaktadır.

1. YÖNTEM

Bu çalışmada ulusal ve uluslararası literatürde yer alan araştırmaların temel bulguları sistematik olarak taranmış; elde edilen veriler *tematik analiz* tekniği kullanılarak sentezlenmiş ve yorumlanmıştır. Kaynak taraması süreci, bilimsel literatüre erişim sağlayan ulusal ve uluslararası hakemli veri tabanları üzerinden yürütülmüştür. Tarama sırasında, gıda güvenliği ile uygulamaları, turist algısı ve deneyimleri gibi anahtar kelimeler kullanılarak çeşitli zaman aralığındaki ilgili araştırmalara ulaşılmıştır.

Toplanan veriler, içerik analizi yaklaşımıyla sistematik şekilde sınıflandırılmış ve temalar oluşturulmuştur. Bu çalışmada tematik analiz, birincil veri yerine literatürde yer alan araştırmaların bulguları ve kavramsal çerçeveleri üzerinde uygulanmıştır. Bu bağlamda tematik analiz, içerik analizi yaklaşımı kapsamında literatür temelli bir sentez yöntemi olarak kullanılmıştır. Oluşturulan bu temalar kapsamında özellikle; turistlerin gıda güvenliğine ilişkin algısı, deneyimleri, işletmelerdeki gıda güvenliği uygulamaları, turistler ve personelin gıda güvenliği bilgi düzeyi, bölgesel ve kültürel farklılıklar ile eğitim süreçleri üzerinde durulmuştur. Çalışmada herhangi bir saha çalışması veya doğrudan veri toplama yapılmamış; bulgular mevcut bilimsel yayınlar üzerinden analiz edilmiştir. Bu yöntemle akademik ve sektörel açıdan genel ve bütünsel bir değerlendirme yapılması hedeflenmiştir.

2. BULGULAR

Gerçekleştirilen çalışma kapsamında incelenen literatür bulguları, turizm işletmelerinde gıda güvenliği ile turist algısı arasındaki ilişkinin tek boyutlu bir yapıda ele alınamayacağını; yönetim kültürü, insan kaynağı niteliği ve tüketici algısı tarafından şekillenen bütüncül bir süreç olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda elde edilen veriler doğrultusunda oluşturulan temalara ait bulgular aşağıda özetlenmiştir.

2.1. Turistlerin Gıda Güvenliği Algısı ve Deneyimleri

Yerli ve yabancı turistler üzerinde yapılan çalışmalar, gıda kaynaklı rahatsızlıkların yaygın olduğunu ve bu deneyimlerin turistlerin gıda güvenliği algısını doğrudan etkilediğini

göstermektedir. Şanlıer (2005) çalışmasında, yabancı turistlerin %84,7'si seyahatleri süresince mide ve bağırsak rahatsızlıkları yaşadığını, ancak rahatsızlanan turistlerin %50'sinin herhangi bir sağlık kuruluşuna başvurmadığını belirtmiştir. Tespit edilen bu durum, turistlerin destinasyon deneyimlerinin çoğunlukla kayıt altına alınmadığını ifade etmekte ve algılanan risk ile gerçek risk arasında bir farklılık bulunduğuna işaret etmektedir. Kılıçalp (2011) ve Yılmaz (2008) ise turistlerin sosyo-demografik özelliklerinin (yaş, eğitim, kültürel geçmiş) gıda güvenliği algısını etkilediğini, özellikle eğitim düzeyi yüksek turistlerin hijyen ve sanitasyon konularına daha duyarlı olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla bu durum, eğitim düzeyi arttıkça turistlerin risk algısının güçlenmesi, sağlık okuryazarlığının yükselmesi ve bilgiye erişim olanaklarının genişlemesiyle ilişkilendirilebilir. Eğitim düzeyi yüksek turistlerin; hijyen standartlarını, gıda işlem süreçlerini ve destinasyona dair sağlık uyarılarını daha yakından takip etmesi, deneyimlerini bu farkındalık düzeyi üzerinden değerlendirmelerine neden olmaktadır. Bu doğrultuda, bilgi düzeyi arttıkça gıda güvenliği konusundaki beklentilerin de yükseldiğini söylemek mümkündür. Maclaurin (2004), gıda güvenliği algısının destinasyon seçimi üzerinde kritik bir etkiye sahip olduğunu ve turistlerin özellikle sağlık riski yüksek olarak algılanan bölgelerden kaçınma eğiliminde olduklarını ortaya koymaktadır. Knight ve arkadaşları (2003) ile Yeung'un (2009) bulguları da benzer yöndedir. Bu çalışmalar, gıda güvenliği algısının yalnızca mevcut tercihi değil, aynı zamanda tekrar ziyaret niyetini de belirleyen stratejik bir faktör olduğunu göstermektedir. Elde edilen sonuçlar, turistlerin karar alma süreçlerinde duyulan güvenin, fiyat ya da çekicilik gibi diğer cazibe unsurlarının önüne geçebildiğine işaret etmektedir.

2.2. İşletmelerde Gıda Güvenliği Uygulamaları

Turizm işletmelerinde gıda güvenliği uygulamalarının etkinliği; personel bilgi düzeyi, hijyen prosedürlerine uyum ve mutfak ekipmanlarının doğru ve güvenli kullanımıyla doğrudan ilişkilidir. Bu yönde gerçekleştirilen çeşitli çalışmalar, özellikle personel hijyeni ve ekipman sterilizasyonunun uygulama düzeylerinde işletmeler arasında farklılıklar bulunduğunu göstermektedir. Çanakçı ve Çanakçı (2017) ile Eren, Nebioğlu ve Şık (2017), 5 yıldızlı otellerde hijyen uygulamalarının daha sistematik ve standartlara uygun şekilde yürütüldüğünü, 3–4 yıldızlı otellerde ise prosedürlerin sürekliliği ve fiziki ayrım gerektiren hazırlama-pişirme alanlarının yönetimi konusunda belirgin kısıtlar olduğunu belirtmektedir. Bununla beraber HACCP ve ISO gibi uluslararası gıda güvenliği standartlarına ilişkin farkındalığın ve uygulama

derinliğinin sınırlı kaldığı yönündeki bulgular da literatürde dikkat çekmektedir. Cömert (2011) ve Bayram (2011) çalışmaları, personel eğitimi, bilgi düzeyi ve uygulama kalitesi arasında güçlü bir paralellik olduğunu; eğitim süreçlerinden geçen çalışanların hijyen prosedürlerine daha yüksek uyum gösterdiğini ve riskli gıdaları daha doğru işlediğini ortaya koymaktadır. Ayrıca literatürde gıda güvenliği, üreticiden dağıtıcıya, mutfak çalışanından tüketiciye kadar uzanan çok aktörlü bir sorumluluk alanı olarak ele alınmakta; personel bilgi düzeyi, hijyen davranışları, ekipman sterilizasyonu, çapraz bulaşmayı önleme yetkinliği, devlet denetimleri, yasal düzenlemeler ve tüketici farkındalığı gibi unsurların uygulama başarısını belirleyen kritik unsurlar olduğu vurgulanmaktadır (Mira Miralles vd., 2019). Dolayısıyla turizm işletmelerinde gıda güvenliği performansı, yalnızca teknik altyapıya yapılan yatırımlardan değil, aynı zamanda kurumsal davranış modelleri, sürdürülebilir kontrol mekanizmaları ve işletme kültürü içerisindeki sorumluluk bilincinin yerleşmiş olmasındandır. Bu kapsamda, turizm işletmelerinde gıda güvenliği uygulamalarının başarısı, prosedürlere sahip olmaktan ziyade bu prosedürlerin içselleştirilmesi, sürekli denetlenmesi ve kurum kültürünün parçası haline gelmesiyle mümkün görünmektedir. Nitekim işletmelerde gıda güvenliği sağlayan asıl unsur, belgeler değil davranışın sürdürülebilirliğidir.

2.3. Turistler ve Personel Bilgi-Davranış Düzeyi

Yerli ve yabancı turistlerin gıda satın alma sürecinde; hijyen koşulları, ürün etiket bilgisi, son kullanma tarihi, tazelik ve gıdanın işlenme biçimi temel belirleyiciler arasında yer almakta olup tüketici davranışlarının, satın alma kararı ve algılanan risk düzeyi ile yakından ilişkili olduğu tespit edilmiştir (Çelik ve Ünver, 1994; Topuzoğlu ve ark., 2007). Personel boyutunda ise hijyen ve gıda güvenliği konusunda bilgi sahibi çalışanların uygulamalarda daha doğru davranarak potansiyel riskleri azaltma eğilimi gösterdiği belirtilmektedir (Alyakurt, 2009; Giritlioğlu ve Kızılcık, 2016). Ancak Ayaz ve Acar (2018), bilgi düzeyinin yüksek olmasına rağmen gıda güvenliği uygulamalarında hataların sürdüğüne dikkati çekerek, yalnızca bilginin varlığının yeterli olmadığını; sürecin kontrol, denetim, izleme ve motivasyon mekanizmaları ile desteklenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, literatürde giderek daha fazla vurgulanan gıda güvenliği kültürü kavramının önemine işaret etmektedir. Dolayısıyla bilgi sahibi personelin dahi denetim ve izleme süreçlerinin zayıf olduğu ortamlarda eski alışkanlıklara dönebildiği belirtilmektedir. Sonuç olarak gıda güvenliği uygulamalarında sürdürülebilirliğin sadece eğitimle değil, kurumsal kültür, davranış modeli ve iç kontrol

mekanizmalarıyla desteklenmesi gerektiğidir (de Andrade vd., 2020). Bu bulgular gerek tüketici bilinç düzeyinin gerekse personel bilgi birikiminin tek başına yeterli olmadığını; bilginin davranışa dönüşebilmesi için işletmelerde sürdürülebilir izleme sistemleri, alışkanlık pekiştirici uygulamalar ve kurumsal gıda güvenliği kültürünün oluşturulmasının zorunlu olduğunu düşündürmektedir.

2.4. Bölgesel ve Kültürel Farklılıklar

Bölgesel ve kültürel farklılıklar, turizm işletmelerindeki gıda güvenliği uygulamalarını ve tüketici algısını önemli ölçüde etkilemektedir. Antalya, İstanbul ve Ankara gibi yoğun turizm bölgelerinde hijyen standartları ve çalışan eğitimi düzeyinin daha yüksek olduğu; buna karşın kırsal bölgelerde uygulamaların sınırlı kaldığı ifade edilmektedir (Ünüsan, 2007; Yılmaz, 2008). Bunun yanında farklı ulusal kültürlerden gelen turistlerin hijyen, sanitasyon ve risk algısı konusunda farklı beklenti ve hassasiyetlere sahip olması, gıda güvenliği algısını çeşitlendiren önemli bir unsur olarak değerlendirilmektedir (Kozak vd., 2007). Bu durum, turizm işletmelerinde standartlaştırılmış gıda güvenliği uygulamalarının tüm bölgelere eşit düzeyde yansıtılmasının önemine işaret etmektedir. Ayrıca turist profili ve kültürel beklentilerdeki çeşitlilik, işletmelerin tek tip uygulamalar yerine esnek, uyarlanabilir ve kültürel farkındalık içeren yaklaşımlar geliştirmesini gerektirmektedir.

2.5. Eğitim Süreçleri

Çalışmalar gıda güvenliği bilgisinin ve uygulamalarının hizmet içi eğitim ile artırılabileceğini göstermektedir. Personele verilen eğitim, hijyen uygulamalarını, ekipman kullanımını ve gıda güvenliği prosedürlerine uyumunu doğrudan etkilemektedir (Bayram, 2011; Çanakçı ve Çanakçı, 2017; Çiftçi, 2014). Eğitim alan personel, hijyenik giysi kullanımı, el yıkama ve mutfak ekipmanı sterilizasyonunda daha yüksek uyum sergilemektedir. Bu bulgular, hizmet içi eğitimin gıda güvenliği performansında belirleyici bir faktörüdür. Aynı zamanda eğitimin tek seferlik bir uygulama değil, davranış değişimini sürdürebilecek şekilde periyodik, izlenebilir ve geri bildirim mekanizmalarıyla desteklenmesi gereken bir süreç olduğunu düşündürmektedir. Eğitim alan personelin daha yüksek uyum sergilemesi, turizm işletmelerinde gıda güvenliği kültürünün oluşması açısından sistematik ve sürekli eğitimin kritik rolünü ortaya konmaktadır.

Nitekim tüm bulgular bir bütün olarak değerlendirildiğinde, turizm işletmelerinde gıda güvenliğinin, sadece teknik prosedürlere bağlı operasyonel bir süreç değil; turist algısı, personel bilgi-davranış uyumu, kurumsal uygulama kültürü, bölgesel kapasite ve eğitim sürekliliği gibi

çok boyutlu dinamiklerin etkileşimiyle şekillenen kapsamlı bir yönetim alanı olduğunu göstermektedir. Turistlerin artan bilinç ve beklenti düzeyi, personel eğitimindeki süreklilik gerekliliği, bölgesel uygulama farklılıkları ve standartlaşma ihtiyacı; sektörde gıda güvenliği yönetiminin yalnızca fiziksel altyapı yatırımlarıyla değil, davranış, kültür ve sürdürülebilir kontrol mekanizmalarına dayalı bir stratejik yaklaşım gerektirdiğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla bulgular, turizm işletmelerinde gıda güvenliğinin geleceğe yönelik rekabet, destinasyon itibarı ve turist memnuniyeti açısından kritik bir unsur olarak ele alınması gerektiğine işaret etmektedir.

3. TARTIŞMA

Turizm işletmelerinde gıda güvenliği konusu, literatürde uzun yıllardır teknik süreçler, mikrobiyolojik riskler ve HACCP tabanlı uygulamalar çerçevesinde incelenmekle birlikte (Fung vd., 2018; Tayar, 2010), bu çalışmanın bulguları, gıda güvenliğinin yalnızca teknik ve prosedürel bir uygulama alanı olarak değerlendirilmesinin eksik bir yaklaşım olduğunu göstermektedir. Elde edilen sonuçlar, Şanlıer'in (2005) tespitleriyle paralel biçimde, turistlerin seyahat süresince yaşadığı gıda kaynaklı rahatsızlıkların hala yüksek oranda görüldüğünü ve bu deneyimlerin çoğunlukla kayıt altına alınmadığını ortaya koymaktadır. Bu durum, destinasyonların gerçekte sahip olduğu risk düzeyinin kamuoyu ve politika yapıcılar tarafından tam anlamıyla fark edilememesine yol açmakta; turizm işletmelerinin kriz yönetimi, kamu sağlığı planlaması ve pazarlama stratejilerinde gerçeğe uygun veri akışının oluşmasını engellemektedir.

Bulgular, ayrıca eğitim düzeyi ve risk algısı arasındaki ilişkiye dair Kılıçalp (2011) ve Yılmaz (2008) çalışmalarını destekler niteliktedir. Eğitim düzeyi yüksek turistlerin hijyen ve sanitasyon konularına daha duyarlı olması, gıda güvenliğini bir destinasyon avantajı ya da dezavantajı olarak değerlendirme eğilimini artırmaktadır. Dolayısıyla bu durum, turizm işletmeleri açısından yeni ve stratejik bir gerçeklik ortaya koymaktadır: Günümüz turisti daha bilgili, daha talep kar ve daha kıyaslama odaklıdır. Bu bulgu, Maclaurin (2004), Knight (2003) ve Yeung'un (2009) araştırmalarıyla uyumlu olarak, gıda güvenliğinin destinasyon tercihleri ve tekrar ziyaret niyetleri üzerinde belirleyici bir faktör olduğunu göstermektedir. Bu da turizm destinasyonlarının rekabet gücünün yalnızca doğal güzelliklere, konaklama kapasitesine veya fiyat avantajına dayandırılamayacağını; güven ve risk algısının yeni rekabet parametreleri arasında yer aldığını ortaya koymaktadır.

Diğer yandan, bu çalışma personel bilgi düzeyi, uygulama ve denetim ilişkisinde literatürdeki bazı çalışmalarla paralellik gösterirken bazı noktalarda farklılaşmaktadır. Çanakçı ve Çanakçı (2017), Bayram (2011) ve Çömert (2011) çalışmaları, eğitim alan çalışanların hijyen prosedürlerine uyumunun daha yüksek olduğunu ifade ederken; Ayaz ve Acar (2018) bulguları, yüksek bilgi düzeyine rağmen uygulama hatalarının sürdüğünü ortaya koymaktadır. Bu farklılık, gıda güvenliğini yalnızca eğitim odaklı bir modelle ele almanın yetersiz olabileceğini düşündürmektedir. Bu çalışmanın ortaya koyduğu yorum, literatürde Andrade vd. (2020) gibi araştırmaların vurguladığı gıda güvenliği kültürü yaklaşımıyla örtüşmektedir. Çünkü bilgi sahibi personelin, denetim ve iç kontrol mekanizmalarının zayıf olduğu örgüt yapılarında eski alışkanlıklara kolayca dönebilmesi, gıda güvenliğinin sürdürülebilirliğini tehlikeye atmaktadır. Bu bağlamda bulgular, gıda güvenliğinin eğitimden davranışa, davranıştan alışkanlığa, alışkanlıktan ise kurumsal kültüre dönüşmediği sürece güvenliğin kalıcı hale gelemeyeceğini göstermektedir.

Bölgesel ve kültürel farklılıklar teması, literatürde Ünüsan (2007), Yılmaz (2008) ve Kozak vd. (2007) tarafından ele alınan tespitleri doğrular niteliktedir. Türkiye'de özellikle yoğun turizm bölgelerinde hijyen standardı ve personel kalifikasyonu daha yüksek görülürken, kırsal alanlarda sınırlı olanaklar, farkındalık eksikliği ve eğitim yetersizlikleri göze çarpmaktadır. Ayrıca farklı uluslardan gelen turistlerin sanitasyon, hijyen ve risk algısında belirgin farklılıklar olduğu dikkate alındığında; tek tip uygulama değil, kültürel beklentilere duyarlı, esnek ve uyarlanabilir gıda güvenliği yaklaşımlarının gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışma, literatürdeki boşluğa uygun şekilde; gıda güvenliğinin teknik yönlerinden ziyade turist algısı, personel davranışı, kurum kültürü, bölgesel eşitsizlikler ve eğitim sürekliliği üzerinden değerlendirilmesi gerektiğini vurgulayarak, gıda güvenliği yönetiminin yeni bir çerçevede yorumlanması gerektiğini göstermektedir. Dolayısıyla araştırma sonuçları, turizm işletmelerinde gıda güvenliği stratejilerinin HACCP ve ISO prosedürlerinin uygulanmasıyla sınırlı tutulamayacağını; bu sistemlerin insan faktörü, davranış psikolojisi, iletişim, eğitim sürekliliği ve kurumsal kültürle birlikte ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, çalışmanın temel amacına uygun olarak, turizm işletmelerinde gıda güvenliğini yalnızca teknik ve operasyonel bir süreç olmaktan çıkarıp; rekabet, destinasyon itibarı, tüketici memnuniyeti ve kriz yönetimi gibi çok katmanlı boyutlarıyla değerlendirilmesi gerektiğini kanıtlar niteliktedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, ulusal ve uluslararası literatürde yer alan araştırmalar tematik olarak analiz edilerek turizm işletmelerinde gıda güvenliği uygulamalarının turist algısı, memnuniyeti, sağlık deneyimleri ve destinasyon tercihleri üzerindeki etkileri sentezlenmiştir. Bulgular, gıda güvenliği konusunun yalnızca bir hijyen prosedürü değil; destinasyon imajı, risk algısı ve tekrar ziyaret niyetini doğrudan şekillendiren stratejik bir unsur olduğunu göstermektedir. Literatürde, turistlerin gıda kaynaklı risklere ilişkin algılarının çoğu zaman bilgi eksikliği, kültürel farklılıklar ve medya etkisiyle şekillendiği; işletmelerin gıda güvenliği uygulamalarının ise standartlaştırılmış prosedürlerden ziyade işletme ölçeği, mevsimsellik ve personel niteliği gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterdiği ortaya çıkmıştır. Bu durum, algı-pratik arasında yapısal bir kopukluğa işaret etmektedir.

Çalışmada ulaşılan tematik bulgular doğrultusunda, turizm işletmelerinde gıda güvenliğinin yönetimi için üç temel eksenli bir yaklaşım önerilmektedir. İlk olarak, literatür bulguları; işletmelerin gıda güvenliği politikalarını yalnızca yasal zorunluluklar kapsamında değil, destinasyon rekabet stratejilerinin merkezine alması gerektiğini göstermektedir. Turist algısı üzerinde doğrudan etkili olan bu uygulamaların görünür, şeffaf ve ölçülebilir hale getirilmesi hem risk iletişimini güçlendirecek hem de destinasyon güvenliği algısını destekleyecektir. İkinci olarak, mevcut araştırmalar, personel eğitiminin varlığının değil; sürdürülebilirliğinin, izlenebilirliğinin ve etkililiğinin kritik olduğunu vurgulamaktadır. Bu nedenle turizm işletmelerinde çalışan eğitimi sertifika mantığından çıkarılarak performans, davranış ve uygulama temelli izleme modelleriyle desteklenmelidir. Son olarak, literatürde tespit edilen önemli bir boşluk; turistlerin gıda güvenliğine ilişkin algılarının işletme uygulamalarıyla eş zamanlı değerlendirilmemesidir. Gelecek araştırmaların, turist deneyimi ile işletme pratiğini aynı anda ölçen bütünleşik modeller üzerinden ilerlemesi, karar vericiler için daha sağlıklı veri üretme potansiyeli taşımaktadır.

Bu çalışma, sistematik tarama ve tematik analiz yöntemiyle elde edilen bulguların sentezine dayanmakta olup, sonuç ve öneriler sahadan doğrudan veriyle değil, literatürdeki eğilimlerin yorumlayıcı bir okumasıyla geliştirilmiştir. Bu bağlamda araştırma; akademik açıdan literatürdeki algı-uygulama bütünsüzlüğüne dikkat çekmesi, sektörel açıdan ise gıda güvenliğini rekabet avantajı ve destinasyon marka değeri bağlamında konumlandırması bakımından katkı sunmaktadır. Literatürdeki temalar, gıda güvenliği yönetiminin turizm

sektöründe salt operasyonel bir zorunluluk değil; güven, kalite ve sürdürülebilirlik ekseninde yeniden tanımlanması gereken stratejik bir alan olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda geliştirilecek bütünleşik yaklaşımlar hem turist sağlığının korunmasına hem işletmelerin kurumsal itibarına hem de destinasyonların uzun vadeli rekabet gücüne doğrudan etki edebilecektir.

KAYNAKÇA

Ayaz, N., & Acar, A. (2018). *Turizm işgörenleri için gıda güvenliği el kitabı*. Ankara: Detay Yayıncılık.

Ayaz, N., & Sünbül, K. (2018). Restoran müşterilerinin beklentileri ve gıda güvenliğine yönelik tepkileri üzerine bir nitel araştırma. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies, 6*(1), 164–181.

Alyakurt, Ö. (2009). *Turizm Meslek Yüksekokulu öğrencilerinin gıda güvenliği bilgi ve uygulamaları* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Bayram, F. (2011). *Otel mutfaklarında çalışan mutfak personelinin gıda güvenliği konusundaki bilgi tutum ve davranışları* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Çakır, B. (2020). *Turizm işletmelerinde gıda güvenliği ve risk yönetimi*. İstanbul: Turizm Akademi Yayınları.

Çanakçı, S. D., & Çanakçı, T. (2017). Konaklama işletmelerinde gıda güvenliği uygulamaları. *The Journal of International Social Research, 10*(52), 1410–1415.

Çelik, S., & Ünver, B. (1994). Tüketicilerin gıda kontrolü ile ilgili uygulamaları. *Gıda Dergisi, 2*(2), 28–32.

Çiftçi, B. (2014). *5 yıldızlı otellerde aşçılık eğitimi alan ve almayan yönetici pozisyonundaki mutfak personelinin gıda güvenliği konusundaki bilgi ve uygulamaları* [Yüksek lisans tezi]. Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Cömert, M. (2011). *Otel işletmeleri mutfak personelinin gıda güvenliği algılamaları ve Ankara'da bir uygulama* (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

de Andrade, M. L., Stedefeldt, E., Zanin, L. M., & da Cunha, D. T. (2020). Food safety culture in food services with different degrees of risk for foodborne diseases in Brazil. *Food Control, 112*, 107152. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2020.107152

Eren, R., Nebioğlu, O., & Şık, A. (2017). Otel işletmeleri mutfak çalışanlarının gıda güvenliği konusunda bilgi düzeyleri: Alanya örneği. *Disiplinlerarası Akademik Turizm Dergisi, 1*(2), 47–64.

Fung, F., Wang, H., & Menon, S. (2018). Food safety in 21st century. *Biomedical Journal, 41*(2), 88–95.

Giritlioğlu, İ., & Kızılcık, O. (2016). Turizme hizmet sunan pastane işletmelerinde çalışan dondurma üretim personelinin hijyen ve gıda güvenliğine ilişkin bilgi ve uygulama düzeyi üzerine bir araştırma. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 8*(15), 301–319.

Kılıçalp, M. (2011). *Türkiye'yi ziyaret eden turistlerin gıda güvenliği algılamaları üzerine bir araştırma* (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.

Knight, P. G., Jackson, J. C., Bain, B. & Eldemireshearer, D. (2003). Household food safety awareness of selected urban consumers in Jamaica. *International Journal of Food Sciences and Nutrition, 54*(4), 309–320.

Kozak, M., Crotts, J. C., & Law, R. (2007). The impact of the perception of risk on international travellers. *International Journal of Tourism Research, 9*, 233–242.

MacLaurin, T. (2004). The importance of food safety in travel planning and destination selection. *Journal of Tourism and Travel Marketing, 15*(2–3), 233–257.

Mira Miralles, M., Maestre-Carballa, L., Lluesma-Gomez, M., & Martinez-Garcia, M. (2019). High-throughput 16S rRNA sequencing to assess potentially active bacteria and foodborne pathogens: A case example in ready-to-eat food. *Foods, 8*(10), 480.
Şanlıer, N. (2005). Yerli ve yabancı turistlerin Türk mutfağı hakkındaki görüşleri. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 25*(1), 213–227.
Soylu, A. C. (2022). *İdarenin gıda güvenliğine ilişkin faaliyetleri* (Doktora tezi). Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
Tayar, M. (2010). *Gıda endüstrisinde hijyen ve sanitasyon*. MEB, Ankara: Dora Basın Yayın.
Topuzoğlu, A., Hıdıroğlu, S., Ay, P., Önsüz, F., & İkiışık, H. (2007). Tüketicilerin gıda ürünleri ile ilgili bilgi düzeyleri ve sağlık risklerine karşı tutumları. *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni, 6*(4), 253–258.
Ünüsan, N. (2007). Consumer food safety knowledge and practices in the home in Turkey. *Food Control, 18*, 45–51.
World Health Organization (WHO). (2015). *WHO estimates of the global burden of foodborne diseases*. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/199350/9789241565165_eng.pdf
Yılmaz, E. (2008). *Trakya bölgesinde kırsal ve kentsel tüketicilerin gıda ürünleri tüketim alışkanlıkları ve gıda güvenliğine ilişkin bilgi düzeylerinin belirlenmesi* (Doktora Tezi). Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
Yeung, R. M. W. (2009). Tourist perception of food safety risk and destination choice. *International Journal of Tourism and Hospitality Systems, 2*(1), 21–33.

ORGANİK VE KONVANSİYONEL GIDALARIN FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI-DERLEME

Nazan ÇAĞLAR
Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, Gaziantep University, Gaziantep, Türkiye
ORCID: 0000-0001-8056-7565
Buket ÖZBAL
Department of Biology, Faculty of Art and Science, Gaziantep University, Gaziantep, Türkiye,
ORCID: 0000-0002-1791-762X
Didem GÜN
Faculty of Engineering, Department of Basic Sciences, Hasan Kalyoncu University, Gaziantep, Türkiye,
ORCID: 000-003-2495-7176

ÖZET

Organik ve konvansiyonel (organik olmayan) gıdaların fonksiyonel özellikleri, sağlıklı beslenmeye yönelik artan tüketici ilgisi nedeniyle önemli bir araştırma konusu hâline gelmiştir. Sentetik pestisitler, kimyasal gübreler ve GDO'ların kullanılmadığı organik üretim yöntemleri, polifenoller, antioksidanlar ve bazı vitaminler gibi biyoaktif bileşenlerin daha yüksek seviyelerde olmasına katkıda bulunabilmektedir. Konvansiyonel gıdalar da benzer temel besin öğelerini içermekle birlikte, yoğun tarım uygulamaları bu ürünlerde organik ürünlere kıyasla daha düşük ikincil metabolit seviyelerine yol açabilmektedir. Güncel bilimsel bulgular her iki gıda grubunun da fonksiyonel faydalar sağladığını göstermektedir; ancak organik gıdalar genellikle daha yüksek antioksidan kapasite ve daha düşük kimyasal kalıntı seviyeleriyle daha olumlu fizyolojik etkilere sahip olabilmektedir. Bununla birlikte, bitki türü, toprak özellikleri, yetiştirme koşulları ve hasat sonrası süreçlerdeki farklılıklar, tüm gıda kategorileri için genelleme yapmayı güçleştirmektedir. Genel olarak organik gıdalar bazı özel fonksiyonel avantajlar sunabilse de her iki üretim sistemi de sağlıklı ve dengeli bir diyete etkili şekilde katkı sağlayabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Organik gıdalar, Konvansiyonel gıdalar, Fonksiyonel bileşenler, Biyoaktif bileşikler, Sağlıklı beslenme.

COMPARISON OF THE FUNCTIONAL PROPERTIES OF ORGANIC AND CONVENTIONAL FOODS-REVIEW

ABSTRACT

The functional properties of organic and conventional (non-organic) foods have become a significant area of research due to increasing consumer interest in healthy nutrition. Organic production methods, which exclude synthetic pesticides, chemical fertilizers, and GMOs, may

contribute to higher levels of bioactive compounds such as polyphenols, antioxidants, and certain vitamins. Conventional foods contain similar basic nutrients; however, intensive agricultural practices may result in lower concentrations of secondary metabolites compared to organic products. Current scientific findings indicate that both food groups provide functional benefits, yet organic foods often exhibit higher antioxidant capacity and lower chemical residue levels, potentially leading to more favorable physiological effects. Nevertheless, variations in crop type, soil characteristics, cultivation practices, and post-harvest processes make it difficult to generalize results across all food categories. Overall, organic foods may offer specific functional advantages, while both production systems can effectively contribute to a healthy and balanced diet

Keywords: Organic foods, Conventional foods, Functional components, Bioactive compounds, Healthy nutrition.

1. GİRİŞ

Organik tarım; ekosistem yönetimine dayalı üretimi, bitkisel ve hayvansal üretimin entegre edildiği sistemleri, ürün çeşitliliğini ve kimyasal girdiler kullanılmadan doğal zararlı ve hastalık kontrolüne dayalı uygulamaları vurgulayan birçok tarımsal pratiği kapsamaktadır. Organik tarımın temel amaçları, yalnızca biyolojik ve ekolojik süreçler kullanılarak sağlıklı ve sürdürülebilir gıdalar üretmektir (Azadi vd., 2011).

Organik gıdaların üretim ve tüketimindeki artış, son yılların en önemli pazar eğilimlerinden biridir. Nitekim ABD'de organik ürün satışları 2012 yılında toplam gıda satışlarının %4'ünden fazlasını oluşturarak yaklaşık 28,4 milyar dolara ulaşmış, 2014 yılı sonunda ise yaklaşık 35 milyar dolara ulaşacağı öngörülmüştür (USDA, 2014). Avrupa'da ise bazı ülkelerde satışlar 2012 yılında durağan seyretmişken, Finlandiya, Norveç ve Hollanda gibi bazı ülkelerde %10'un üzerinde büyüme kaydedilmiştir (FIBL, 2014).

Taze meyve ve sebzeler, organik gıda endüstrisinin perakende satışlara başlamasından bu yana en çok satılan ürün kategorisi olmuştur. ABD'de 2012 yılında organik gıda satışlarının %43'ünü taze ürünler oluşturmuş; bunu süt ürünleri, paketlenmiş/hazır gıdalar, içecekler, ekmek ve tahıllar, atıştırmalıklar, et/balık/kümes hayvanları ve çeşniler izlemiştir.

Organik tarımın büyümesi ile üretim ve ticaret hacmindeki artış, özel gerekliliklerin belirlenmesi ve sertifikasyon için kurumsal bir çerçevenin oluşturulması amacıyla ulusal ve uluslararası mevzuatın geliştirilmesini gerekli kılmıştır.

Organik tarım ve üretim, Avrupa Birliği tarım politikası reformu kapsamında 1991 yılından bu yana düzenlenmektedir. Bu kapsamda Avrupa Tarım Bakanları Konseyi, organik tarım ve organik tarım ürünlerinin etiketlenmesine ilişkin (EEC) No 2092/91 sayılı Tüzüğü kabul etmiştir. Mevzuattaki güncellemeler ise organik tarım ve üretimin resmi AB amaçlarını, hedeflerini ve ilkelerini tanımlayan (EC) No 834/2007 sayılı Konsey Tüzüğü ile organik üretim, etiketleme ve ithalat kurallarını detaylandıran iki uygulama tüzüğü (No 889/2008 ve No 1235/2008) aracılığıyla yapılmıştır. Bu düzenlemelerin temel konuları; risk değerlendirmesi ve ihtiyatlılık ilkelerine dayalı, doğa döngüsüne saygılı sürdürülebilir yönetim sistemleri (kimyasal gübrelerin ve mekanik işlemlerin dışlanması, biyolojik çeşitliliğe saygı, doğal kaynakların kullanımı ve hayvan refahı standartlarına uyum) ile ilgilidir.

Son yıllarda yapılan birçok çalışma, çevre dostu üretim yönetiminin bir sonucu olarak, organik tarımdan elde edilen gıdaların daha sağlıklı olduğuna dair tüketici inancını doğrulamaktadır (Harper & Makatouni, 2002; Yiridoe vd., 2005). Ancak bugüne kadar, organik gıdaların besin değerleri ve sağlık üzerindeki etkileri açısından konvansiyonel gıdalardan anlamlı derecede farklı olduğunu gösteren güçlü bilimsel kanıtlar bulunmamaktadır. Bunun nedeni, karşılaştırmalı çalışmaların deneysel tasarımı ve yorumlanmasında dikkate alınması gereken birçok önemli faktörün varlığıdır.

Gerçekte, ürünlerin besin yoğunluğunu etkileyen birçok faktör bulunmaktadır ve bu faktörler ürünlerin organik ya da konvansiyonel olarak yetiştirilmiş olmasından bağımsızdır. Bazı faktörler her iki üretim sistemini eşit derecede etkilerken, bazıları bir üretim sistemini diğerine göre daha fazla etkilemektedir. Organik ve konvansiyonel tarım ürünleri arasında geçerli bir karşılaştırma yapabilmek için öncelikle bitkilerin aynı çeşitten olması, birbirine yakın çiftliklerde, benzer topraklarda ve benzer iklim koşullarında yetiştirilmiş olması gerekmektedir (Gastol & Domagala-Swıatkiewicz, 2013). Ayrıca ürünler aynı zamanda örneklenmeli, benzer ön işlemlerden geçirilmeli, akredite laboratuvarlarda doğrulanmış yöntemlerle analiz edilmeli ve sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmelidir.

Genel olarak çalışmalar üç gruba ayrılmaktadır: pazar odaklı çalışmalar, saha çalışmaları ve yetiştirme denemeleri. İlk tür çalışmalarda ürünler organik ve konvansiyonel marketlerden temin edilmekte; ürünlerin kökeni, olgunluğu, çeşidi, iklimi ve üretim koşulları karşılaştırmalarda dikkate alınmamaktadır. Saha çalışmalarında ise ürünler seçilmiş organik ve konvansiyonel çiftliklerden elde edilmektedir (Siderer vd., 2005). Bu çalışmalarda çevresel faktörler ve üretim koşulları, komşu çiftliklerin seçilmesiyle kısmen dikkate alınabilse de bu

parametrelerin doğruluğu tam olarak doğrulanamamaktadır. Üçüncü çalışma grubu olan yetiştirme denemeleri, organik ve konvansiyonel ürünler arasındaki kalite farklarının değerlendirilmesine olanak tanımaktadır; ancak elde edilen sonuçlar yalnızca incelenen spesifik çiftlik koşulları için geçerlidir (Rigby & Cáceres, 2001).

Organik gıdalar, düzenlenmiş üretim kurallarının uygulanması sonucu pestisit, kimyasal gübre ve ağır metal kalıntılarının bulunmaması bakımından konvansiyonel gıdalardan temel olarak farklılık göstermektedir. Organik gıdalarla ilgili literatürün büyük bir kısmı, bu bileşiklerin sınır değerlerini doğrulamak amacıyla nicel analizlere odaklanmıştır. Pestisit kullanımının ve azotlu gübrelemenin olmaması, biyoaktif bileşiklerin ve bitkisel metabolitlerin üretimini etkilemektedir; bunun bir örneği bitkilerin savunma mekanizmalarında yer alan bileşiklerdir. Bu nedenle, organik tarım sistemi altında yetiştirilen doğal fonksiyonel gıdaların, sağlığı destekleyici maddeler açısından daha yüksek içeriğe sahip olması beklenmektedir.

Bu derleme, insan sağlığını iyileştirdiği bilinen organik ve konvansiyonel gıdaların polifenol bileşimler, tarımsal uygulamalar, pestisit kalıntılar, çevresel etki, besin içeriği ve gıda güvenliği açısından çalışmaları değerlendirmeyi amaçlamaktadır Bu amaçla, organik ile konvansiyonel gıdaları karşılaştıran önemli bilimsel çalışmalar dikkate alınmıştır.

2.ORGANİK VE KONVANSİYONEL GIDALARIN KARŞILAŞTIRMALI ÇALIŞMALARI

Organik ve konvansiyonel gıdalar arasındaki besin değeri farklılıklarına ilişkin tartışmalar, son yıllarda yayımlanan çok sayıda makale ve derlemede görüldüğü üzere araştırmacıların yoğun ilgisini çekmiştir.

Bu konuda yayımlanan tüm derlemeler farklı sonuçlar bildirmiştir. Bazı çalışmalar organik gıdaların belirli bileşenler açısından daha yüksek içeriğe sahip olduğunu sonucuna varırken, diğerleri iki alternatif arasında besin değeri açısından fark bulunmadığını vurgulamıştır (Woese vd., 1997; Bourn & Prescott, 2002; Hunter vd., 2011; Gastol & Domagala-Swıatkiewicz, 2013; Jensen vd., 2013). Bu zıt sonuçlar, esas olarak çalışma tasarımı ve uygulamasındaki tutarsızlıklara atfedilmiştir. Nitekim çoğu zaman hatalı karşılaştırmalar, organik gıdaların konvansiyonel gıdalara kıyasla üstün olduğu sonucuna yol açmıştır.

Besin içeriği öncelikle bitki çeşidinden etkilenmektedir; bunun yanı sıra ürünlerin yetiştirildiği coğrafi bölge, toprak ve iklim özellikleri, hasat ile depolama ve analiz arasındaki olgunluk süresi gibi faktörler de göz ardı edilmemelidir. Son yıllarda, farklı gıdalardaki kimyasal bileşik içeriklerini karşılaştırmak amacıyla, çalışma yöntemleri ve uygulamalarındaki farklılıkları da

dikkate alan sistematik derlemeler yapılmıştır. Bu yaklaşımla, konuya ilişkin mevcut bilimsel literatür taranmış ve önceden belirlenmiş kalite kriterlerini karşılayan çalışmaların sonuçları sistematik olarak analiz edilmiştir (Benbrook vd., 2008; Dangour vd., 2009; Brandt vd., 2011; Smith-Spangler vd., 2012; Barański vd., 2014).

2008 yılında Benbrook vd. tarafından yapılan meta-analizde, 236 eşleştirilmiş organik ve konvansiyonel gıda örneği arasında besin içeriği farkları analiz edilmiştir. İncelenen besin öğeleri arasında C vitamini, beta-karoten, E vitamini, potasyum, fosfor, nitratlar, toplam protein, toplam fenolik bileşikler, toplam antioksidan kapasite ve quercetin ile kaempferol polifenolleri yer almıştır. Bu derleme, organik ürünlerde toplam fenolik bileşikler, E vitamini, C vitamini, quercetin ve toplam antioksidan kapasitenin daha yüksek olduğunu; özellikle toplam antioksidan kapasitenin %80 oranında fazla olduğunu ortaya koymuştur. Buna karşılık, konvansiyonel ürünlerde potasyum, fosfor ve toplam protein düzeyleri daha yüksek bulunmuştur; bu maddeler konvansiyonel gübrelerin temel bileşenleridir.

Dangour vd. (2009) tarafından yapılan ve yalnızca tarla denemeleri, çiftlik anketleri ve pazar sepeti çalışmalarını içeren yeterli kalitedeki araştırmalara dayanan sistematik derlemede, organik ve konvansiyonel gıdalar arasında besin öğeleri açısından anlamlı farklar bulunmadığı vurgulanmıştır. Tespit edilen küçük farkların ise biyolojik olarak makul olduğu ve genellikle yetiştirme yöntemlerindeki farklılıklardan kaynaklandığı belirtilmiştir.

Hunter vd. (2011), organik ve konvansiyonel bitkisel gıdaların mikrobesin bileşimini sistematik bir analizle değerlendirmiştir. Organik bitkisel gıdaların (sebzeler, baklagiller ve meyveler) vitamin ve mineral içeriğinin, konvansiyonel ürünlere kıyasla %5,7 daha yüksek olduğu bulunmuştur. Çeşit, toprak tipi, hasat koşulları ve kimyasal analizden bağımsız olarak, organik ürünlerde özellikle fosfor olmak üzere mineral içeriğinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, konvansiyonel tarım yöntemlerinin neden olduğu hızlandırılmış büyümenin, askorbik asit gibi karbon içeren metabolitlerin sentezini azalttığı hipoteziyle açıklanmıştır. Ayrıca, organik olarak yetiştirilen bitkilerin, biyolojik ve ekolojik streslere ve sentetik pestisitlerin sağladığı korumanın yokluğuna yanıt olarak daha yüksek askorbik asit düzeyleri sentezlediği öne sürülmüştür.

Brandt vd. (2011) tarafından gerçekleştirilen meta-analiz, meyve ve sebzelerdeki ikincil metabolitler ve vitamin içeriklerine odaklanmış ve farklı çalışmalardan elde edilen verileri bir araya getirerek sistematik faktörlerin etkilerini rastlantısal faktörlerden ayırmayı amaçlamıştır. Elde edilen sonuçlar, organik bitkisel materyalin, konvansiyonel meyve ve sebzelere kıyasla

incelenen tüm ikincil metabolitler ve C vitamini açısından daha yüksek düzeylere sahip olduğunu; ayrıca fenolik asitler ve toplam fenolik bileşiklerin daha yüksek olduğunu göstermiştir. Buna karşın, flavonlar ve flavonoller (savunma ile ilişkili olmayan bileşikler) açısından sonuçlar heterojen bulunmuş, karotenoid içeriğinde ise anlamlı bir fark saptanmamıştır.

Smith-Spangler vd. (2012) tarafından 223 çalışmaya dayalı olarak gerçekleştirilen sistematik analiz, besin ve kirletici düzeylerine ilişkin sonuçlardaki heterojenliğin organik gıdaların belirgin biçimde daha yüksek besin değerine sahip olduğunu göstermeye yeterli olmadığını ortaya koymuştur. Pestisit kalıntıları açısından organik ürünlerde daha düşük seviyeler bulunmuş olsa da, izin verilen maksimum limitlerin aşılması riski açısından farkların küçük olduğu belirtilmiştir. İncelenen tüm besin öğeleri arasında yalnızca fosfor içeriği organik gıdalarda tutarlı biçimde daha yüksek bulunmuş, ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Gastol ve Domagala-Swıatkiewicz (2013), Polonya'da üretilen organik ve konvansiyonel meyve ve sebze sularını değerlendirmiştir. Altı türün incelendiği ve 33 komşu organik/konvansiyonel tarla çiftini kapsayan bu karşılaştırmalı çalışmanın sonuçları, analiz edilen gıdalarda besin değerleri açısından anlamlı farklar bulunmadığını doğrulamıştır. Yalnızca birkaç türde, polifenol içeriği, antioksidan aktivite ve kuru madde gibi parametreler iki üretim sistemini ayırt edebilmiştir.

Jensen vd. (2013) tarafından yapılan sistematik derleme, organik ve konvansiyonel tarımı besin içeriği, besinlerin biyoyararlanımı ve insan sağlığı üzerindeki potansiyel etkileri açısından karşılaştırmıştır. Sonuçlar, etkileyen faktörlerin ve çalışma tasarımlarının değişkenliği nedeniyle doğrudan karşılaştırma yapmanın güçlüğünü ortaya koymuştur. Sistematik derleme yaklaşımı, organik gıdaların daha yüksek E vitamini, C vitamini ve fosfor içeriğine ve daha düşük pestisit düzeylerine sahip olduğunu; ancak sağlıkla ilişkili biyobelirteçler üzerinde net etkiler belirlenemediğini göstermiştir.

Barański vd. (2014) tarafından yayımlanan ve 343 hakemli yayına dayanan en güncel sistematik derleme, organik ürünlerin daha yüksek antioksidan aktiviteye ve daha geniş bir yelpazede beslenme açısından arzu edilen antioksidan/polifenolik bileşiklere sahip olduğunu, buna karşın kadmiyum (Cd) içeriğinin daha düşük olduğunu ortaya koymuştur. Bu çalışma, bitkisel ikincil metabolitler açısından Brandt vd. (2011) ile uyumlu olmakla birlikte, organik ve konvansiyonel ürünler arasında anlamlı bileşim farkları bulunmadığını öne süren önceki birçok sistematik

derleme ve meta-analizle çelişmektedir. Yazarlar, önceki çalışmaların bu farkları saptayamamasının başlıca nedenini, analizlere dâhil edilen çalışma veya veri setlerinin sınırlı sayıda olması ve bunun meta-analizlerin istatistiksel gücünü azaltması olarak açıklamıştır. Ayrıca, farklı ölçekler kullanan çalışmalardan elde edilen verilerin birleştirilmesi için önerilen standartlaştırılmış ortalama farkına (SMD) dayalı ağırlıklı meta-analiz yönteminin, önceki çalışmaların çoğunda kullanılmadığı belirtilmiştir.

3.ORGANİK VE KONVANSİYONEL GIDALARA GENEL BAKIŞ

Organik ve konvansiyonel gıda üretim sistemleri; tarımsal uygulamalar, çevresel etki, besin içeriği, gıda güvenliği ve ekonomik sürdürülebilirlik açısından önemli farklılıklar göstermektedir (Tablo 1). Organik tarım, sentetik pestisitler, kimyasal gübreler ve genetik olarak değiştirilmiş organizmaların (GDO) kullanımını yasaklayarak ürün rotasyonu, kompostlama ve biyolojik zararlı kontrolü gibi uygulamaları esas almakta; bu yaklaşım çevresel sürdürülebilirliği desteklemektedir (Reganold & Wachter, 2016; Gomiero vd., 2011). Buna karşılık geleneksel tarım sistemleri, üretim miktarını ve verimliliği artırmak amacıyla sentetik girdileri yoğun biçimde kullanmaktadır.

Pestisit kullanımı açısından değerlendirildiğinde, organik ürünlerde kimyasal kalıntı düzeylerinin anlamlı biçimde daha düşük olduğu ve pestisit kalıntısı görülme sıklığının konvansiyonel ürünlere kıyasla azaldığı bildirilmektedir (Barański vd., 2014). Her ne kadar konvansiyonel ürünlerdeki pestisit kalıntıları yasal güvenlik sınırları içerisinde yer alsa da, uzun dönemli ve çoklu maruziyetin potansiyel sağlık etkileri halen bilimsel tartışma konusudur (Mie vd., 2017; Dangour vd., 2009).

Besin içeriği bakımından yapılan sistematik derlemeler, organik ve geleneksel gıdalar arasındaki farkların genellikle sınırlı olduğunu ortaya koymaktadır (Dangour vd., 2009). Bununla birlikte, organik ürünlerin özellikle fenolik bileşikler ve antioksidanlar açısından daha yüksek değerlere sahip olabildiği; bu durumun bitkilerin kimyasal stres faktörlerine karşı geliştirdiği savunma mekanizmalarıyla ilişkili olduğu belirtilmektedir (Barański vd., 2014; Lombardi-Boccia vd., 2004).

Gıda güvenliği açısından her iki üretim sistemi de farklı risk profillerine sahiptir. Organik ürünlerde sentetik kimyasal maruziyet düşük olmakla birlikte, hayvansal gübre kullanımı ve sınırlı dezenfeksiyon uygulamaları nedeniyle *Escherichia coli* ve *Salmonella* gibi patojenlerle kontaminasyon riski söz konusu olabilmektedir. Buna karşılık konvansiyonel üretimde ışınlama

ve kimyasal koruyucular gibi yöntemler mikrobiyal risklerin azaltılmasına olanak sağlamaktadır (Smith-Spangler vd., 2012).

Çevresel etki yönünden organik tarım; toprak biyotasının korunması, biyolojik çeşitliliğin artırılması ve su kaynaklarının kirlenmesinin azaltılması açısından avantajlar sunmaktadır (Gomiero vd., 2011). Ancak organik üretimde verimlilik düzeylerinin daha düşük olması, birim ürün başına daha fazla arazi kullanımını gerektirebilmektedir. Konvansiyonel tarım ise yüksek verim avantajına sahip olmakla birlikte, yoğun girdi kullanımı nedeniyle toprak ve su ekosistemleri üzerinde daha yüksek çevresel baskı oluşturmaktadır (Tuomisto vd., 2012).

Ekonomik açıdan değerlendirildiğinde, organik ürünler sertifikasyon süreçleri, daha yüksek iş gücü gereksinimi ve düşük verim nedeniyle genellikle daha pahalıdır ve sınırlı erişilebilirliğe sahiptir. Buna karşın konvansiyonel ürünler küresel tedarik zincirlerinde yaygın olarak bulunmakta ve daha uygun fiyatlı olmaları nedeniyle geniş tüketici kitlelerine hitap etmektedir (Reganold & Wachter, 2016).

Tablo 1. Organik ve Konvansiyonel Gıdalara Genel Bakış (Yaqin, 2025)

Parametre	Organik Gıdalar	Konvansiyonel gıdalar	Genel Bakış
Tarım Uygulamaları	Sentetik pestisitler, gübreler, GDO'lar veya radyasyon olmadan yetiştirilir. Tarım rotasyonu, kompostlama ve biyolojik zararlı kontrolü gibi doğal yöntemler kullanır.	Verimi ve verimliliği artırmak için sentetik gübreler, pestisitler, herbisitler ve GDO'lar kullanır.	Organik, doğal sürdürülebilirliğe odaklanır; Konvansiyonelde yüksek verimlilik önceliklidir.
Pestisit Kalıntısı	Pestisit kalıntılarının azalması; Doğal pestisitlerin sınırlı miktarlarda kullanılmasına izin verilir.	Sentetik pestisit kalıntılarının görülme olasılığı daha yüksek, ancak hükümet güvenlik sınırları içinde olabilir.	İkisi de düzenlenmiştir, ancak organik kimyasal maruziyeti azaltır.
Besin İçeri	Biraz daha fazla antioksidan içerebilir; Vitaminler ve mineraller büyük ölçüde geleneksel vitaminlerle karşılaştırılabilir.	Protein, vitaminler ve mineraller hepsi benzer seviyelerde.	Besin farklılıkları küçüktür ve diyet kalitesi daha önemlidir.
Gıda güvenliği	E. coli veya Salmonella gibi bakteriler içerebilir.	Bakterileri, zararlıları ve bozulmayı önlemek için radyasyonla uygulanabilir.	Her ikisi de bakteri bulaştırabilir, bu yüzden doğru müdahale gereklidir.
Çevresel Etki	Toprak sağlığını ve biyolojik çeşitliliği iyileştirirken kirliliği azaltır; düşük verimler daha fazla arazi gerektirebilir.	Yüksek verim daha fazla insanı besler, ancak toprak bozulmasına, su kirliliğine ve kimyasal akışa yol açabilir.	Organik çevre dostu ama daha az verimlidir; Konvansiyonel etkilidir ama çevreye daha ağırdır.
Maliyet	İş gücü ve sertifikasyon nedeniyle %20–50 daha pahalı.	Genellikle daha ucuz ve yaygın olarak bulunabilir.	Organik = premium fiyat; geleneksel = bütçe dostu.
Erişilebilirlik	Sınırlı tedarik; Her yerde erişilebilir değil.	Süpermarketlerde ve yerel pazarlarda yaygın olarak bulunabilir.	Konvansiyonel küresel tedarik zincirlerine hakimdir.
Tüketici Seçimi	Daha sağlıklı, daha güvenli ve etik olarak görülüyor.	Bazen daha az "temiz" olarak algılanıyor, güvenli ve düzenlenmiş olmasına rağmen.	Algı organik satışları yönlendirir, ancak güvenlik durumu karşılaştırılabilir.

4. ORGANİK VE KONVANSİYONEL GIDALARDA POLİFENOL İÇERİKLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Polifenoller, bitkiler tarafından böcek yaralanmaları, fungal enfeksiyonlar veya mekanik hasar gibi çevresel stres faktörlerine karşı korunma amacıyla üretilen sekonder metabolitlerdir. Son on yılda bu bileşikler; antioksidan, anti-enflamatuvar, antikanser ve anti-aterosklerotik etkileri de kapsayan çok sayıda biyolojik fonksiyonları nedeniyle dünya genelinde araştırmacıların yoğun ilgisini çekmiştir. Bu özellikleri sayesinde sağlıklı bir yaşamın sürdürülmesine katkıda bulunmakta ve en yaygın insan hastalıklarının ortaya çıkmasını önlemeye yardımcı olmaktadır (Cianciosi vd., 2020; Battino vd., 2021; Hininger-Favier vd., 2021).

Bitkilerde sekonder metabolitlerin birikimini etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bunlar arasında, bitkide karbon fiksasyonunu azaltarak fenolik bileşiklerin sentezi için gerekli karbon miktarını düşürebilen ya da şikimat yolunu bloke ederek aromatik bileşiklerin sentezini azaltabilen sentetik pestisit ve herbisitlerin kullanımı da yer almaktadır (Lombardi-Boccia vd., 2004). Bu nedenle, yüksek çözünürlüklü gübrelerin ve sentetik pestisitlerin kullanılmaması sonucu bitki direncini artırmaya yönelik bir mekanizma olarak, organik ürünlerin konvansiyonel ürünlere kıyasla daha yüksek fenolik içeriklere sahip olabileceği sonucuna varılabilir.

Ancak organik ve konvansiyonel üretim sistemleri karşılaştırıldığında, bu konuda net ve genel geçer bir sonuca ulaşmak mümkün olmamıştır (Dangour vd., 2009). Tablo 2'de sunulan verilerden de görüldüğü üzere, gıdalarda polifenol etkisi yalnızca yetiştirme sistemine bağlı olmayıp; genotipik özellikler, gübreleme yönetimi, toprak biyolojisi ve çevresel baskılar gibi diğer faktörlerden de etkilenmektedir (Di Vittori vd., 2018; Mazzoni vd., 2016, 2020; Mezzetti vd., 2014). Dolayısıyla, abiyotik ve biyotik streslerin konvansiyonel ve organik sistemler arasındaki olası farklılıklara ne ölçüde katkıda bulunduğu konusu hâlen araştırılmaya devam etmektedir.

Tablo 2. Organik ve Konvansiyonel Gıdalarda Polifenolik Bileşen İçeriklerinin Karşılaştırılması

Gıda	Analiz Edilen Bileşikler	Karşılaştırma	Kaynaklar
Yaban mersini	Toplam antosiyaninler, toplam fenoller	Organik > Konvansiyonel	Wang vd., 2008; Ochmian & Błaszak, 2008; Lachowicz & Piotrowski, 2020; You vd., 2011
Üzüm	Toplam polifenoller, toplam antosiyaninler, hidroksisinnamik asitler, flavonoller	Organik etkisi↗	Bunea vd., 2012; Mulero, Pardo & Zafrilla, 2010
Kivi	Toplam fenoller	Organik↗	Amodio vd., 2007
Mısır	Toplam fenoller	Organik↗	Asami vd., 2003
Böğürtlen	Toplam fenoller, toplam fenolik bileşikler	Organik etkisi↗	Asami vd., 2007; Mitchell, 2003
Çilek	Toplam fenoller, toplam antosiyaninler, kuersetin, kaempferol glukozitleri, ellagik asit, ellajik asit glikozitleri, phloridzin, phloretin, naringenin	Organik etkisi↗	Kahl vd., 2018; Hassan, 2015; Reganold vd., 2010
Limon	Hesperidin, didymin	Organik↗	Uckoo, Jayaprakasha & Patil, 2015
Şeftali	Klorojenik asit, toplam polifenoller	Organik↗	Carbonaro vd., 2002
Armut	Kafeik asit, klorojenik asit, toplam polifenoller	Organik↗	Capponi vd., 2002
Erik	Toplam antosiyaninler, toplam fenoller	Organik > Konvansiyonel	Cuevas vd., 2015; Lombardi-Boccia vd., 2004
Portakal	Toplam fenoller, toplam antosiyaninler	Organik > Konvansiyonel	Tarozzi vd., 2006; Khalil & Hassan, 2015
Kırmızı frenk üzümü	Toplam polifenoller, toplam fenolik asitler, kuersetin-3-O-glukozit, toplam flavonoidler	Organik etki↗	Wojdyło vd., 2013
Siyah frenk üzümü	Toplam polifenoller, toplam antosiyaninler, toplam fenolik asitler, kuersetin-3-O-glukozit	Organik etkisi↗	Wojdyło vd., 2013; Anttonen & Karjalainen, 2006

Gıda	Analiz Edilen Bileşikler	Karşılaştırma	Kaynaklar
Frenk Üzümü	Toplam polifenoller, toplam antosiyaninler,	Organik etkisi↗	Rachtan-Janicka, J.; Ponder, A.; Hallmann, E., 2021
Patates	Toplam fenoller	Organik etkisi↗	Lombardo vd., 2012
Çarkıfelek meyvesi	Toplam fenoller	Konvansiyonel > Organik	Oliveira vd., 2017
Elma	Toplam fenoller, flavonoidler, B2C, Cyanidin-3-galaktozit, phloridzin, quercetin-3-galaktozit	Etki yok	Valavanidis vd., 2009; Vrhovsek vd., 2004
Domates	Toplam fenoller, toplam fenolik asitler, p-kumarik asit	Etki yok	Juraszek vd., 2009
Patlıcan	5-kafeoilkinik asit	Etki yok	Luthria vd., 2010
Karnabahar	Toplam polifenoller	Fark yok	Picchi vd., 2012
Brokoli	Toplam polifenoller, toplam flavonoidler	Etki yok	Valverde vd., 2015
Ayçiçek yağı	Toplam polifenoller	Etki yok	Perretti vd., 2004
Tarçın	Toplam fenoller, gallik asit, kateşin, epigallokateşin gallat	Etki yok	Lv vd., 2012
Nane	Toplam fenoller, gallik asit, kateşin	Etki yok	Lv vd., 2012
Biber	Toplam fenoller	Etki yok	López vd., 2014
Portakal suyu	Toplam fenoller, gallik asit, kafeik asit, p-kumarik asit, vanilik asit, naringin	Etki yok	Leteif vd., 2016
Elma	Flavonoller, sinnamik asitler, floridzin glikozitleri, quercetin glikozitleri	Organik > Konvansiyonel	Weibel vd., 2000
Mor üzüm suyu	Toplam fenoller	Fark yok	Granato vd., 2015

SONUÇ

Bu derleme, organik ve konvansiyonel gıdalar arasındaki polifenolik bileşen farklılıkları, tarım uygulamaları**,** pestisit kalıntıları, gıda güvenliği, besinsel içerik ve çevresel etki açısından ele almakta ve bu iki üretim arasında çeşitli niteliksel farkların bulunduğunu ortaya koymaktadır. Organik gıdalar, konvansiyonel muadillerine kıyasla daha düşük pestisit kalıntılarına sahiptir. Bazı durumlarda organik gıdalar, bitkisel sekonder metabolitler açısından daha yüksek düzeyler

içerebilmektedir; bu durum polifenolik bileşikler gibi potansiyel antioksidanlar açısından faydalı olabilirken, doğal olarak oluşan toksinler söz konusu olduğunda potansiyel sağlık riskleri de doğurabilmektedir. Bu nedenle, organik gıdaların besinsel karakterizasyonu, biyoyararlılığı, depolanma stabilitesi, toksikolojik özellikleri ve ekonomik yapısı ile ilgili detaylı çalışmalara devam edilmesinde fayda görülmektedir.

KAYNAKLAR

Anttonen, M. J., & Karjalainen, R. O. (2006). High-performance liquid chromatography analysis of black currant (Ribes nigrum L.) fruit phenolics grown either conventionally or organically. *Journal of agricultural and food chemistry, 54*(20), 7530–7538. https://doi.org/10.1021/jf061535010.1021/jf0615350.s001

Amodio, M. L., Colelli, G., Hasey, J. K., & Kader, A. A. (2007). A comparative study of composition and postharvest performance of organically and conventionally grown kiwifruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 87*(7), 1228–1236. https:// doi.org/10.1002/(ISSN)1097-001010.1002/jsfa. v87:710.1002/jsfa.2820

Anttonen, M. J., & Karjalainen, R. O. (2006). Environmental and genetic variation of phenolic compounds in red raspberry. *Journal of Food Composition and Analysis, 19*(6–7), 698–706. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2006.03.005

Asami, D. K., Hong, Y. J., Barrett, D. M., & Mitchell, A. E. (2003).Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic, and sustainable agricultural practices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51*(5), 1237–1241. https://doi.org/10.1021/jf020635c

Azadi, H., Schoonbeek, S., Mahmoudi, H., Derudder, B., De Maeyer, P., & Witlox, F. (2011). Organic agriculture and sustainable food production system: Main potentials. *Agriculture, Ecosystems & Environment, 144*(1), 92–94. https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.08.001

Asami, D. K., Hong, Y. J., Barrett, D. M., & Mitchell, A. E. (2003). Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic, and sustainable agricultural practices. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51*(5), 1237–1241. https://doi.org/10.1021/jf020635c

Barański, M.,et al. (2014). Higher antioxidant and lower cadmium concentrations and lower incidence of pesticide residues in organically grown crops: A systematic literature review and meta-analyses. *British Journal of Nutrition, 112*(5), 794811. https://doi.org/10.1017/S0007114514001366

Battino, M., et al. (2021). Bioactive compounds in berries relevant to human health. *Nutrition Reviews, 79*(1), 1–17. https://doi.org/10.1093/nutrit/nuaa053

Benbrook, C. M., Zhao, X., Yáñez, J., Davies, N., & Andrews, P. (2008). *New evidence confirms the nutritional superiority of plant-based organic foods*. The Organic Center.

Bourn, D., & Prescott, J. (2002). A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 42*(1), 1–34. https://doi.org/10.1080/10408690290825439

Brandt, K., Leifert, C., Sanderson, R., & Seal, C. J. (2011). Agroecosystem management and nutritional quality of plant foods: The case of organic fruits and vegetables. *Critical Reviews in Plant Sciences, 30*(1–2), 177–197. https://doi.org/10.1080/07352689.2011.554417

Bunea, C. I., Pop, N., Babes¸, A. C., Matea, C., Dulf, F. V., & Bunea, A. (2012). Carotenoids, total polyphenols and antioxidant activity of grapes (Vitis vinifera) cultivated in organic and conventional systems. *Chemistry Central journal, 6*(1), 66. https://doi. org/10.1186/1752-153X-6-66

Bunea, A., Rugină, D., Pintea, A., Sconţa, Z., Bunea, C., Socaciu, C. (2012). Comparative polyphenolic content and antioxidant activities of some wild and cultivated blueberries from Romania. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca, 40*(1), 70–76.
Carbonaro, M., Mattera, M., Nicoli, S., Bergamo, P., & Cappelloni, M. (2002). Modulation of antioxidant compounds in organic vs conventional fruit (peaches). *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50*(19), 5458–5462.
https://doi.org/10.1021/jf020067p
Cianciosi, D., et al. (2020). Dietary polyphenols and their role in human health. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2020, 1–23. https://doi.org/10.1155/2020/4109313
Cucuzza, L. S., et al. (2004). Influence of organic and conventional production on phenolic compounds of citrus fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52*, 7272–7279.
Cuevas, F. J., Pradas, I., Ruiz-Moreno, M. J., Arroyo, F. T., Perez-Romero, L. F., Montenegro, J. C., et al. (2015). Effect of organic and conventional management on bio-Functional quality of thirteen plum cultivars (*Prunus salicina lindl*.). *PLoS One, 10*(8), e0136596.
https://doi.org/10.1371/journal.pone.013659610.1371/journal. 2
Dangour, A. D., Dodhia, S. K., Hayter, A., Allen, E., Lock, K., & Uauy, R. (2009). Nutritional quality of organic foods: A systematic review. *The American Journal of Clinical Nutrition, 90*(3), 680–685.
https://doi.org/10.3945/ajcn.2009.28041
D.A. Oliveira et al. (2016). Valorization of passion fruit (Passiflora edulis sp.) by-products: Sustainable recovery and biological activities. *J. of Supercritical Fluids* 111 55–62
Di Vittori, L., et al. (2018). Phenolic compounds in organic and conventional fruits. *Food Chemistry, 258*, 1–8. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.03.042
FIBL. (2014). *The world of organic agriculture: Statistics and emerging trends*. Research Institute of Organic Agriculture.
Gastol, M., & Domagała-Świątkiewicz, I. (2013). Comparative analysis of organic and conventional fruit and vegetable juices. *Food Chemistry, 138*(2–3), 1557–1563.
https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.11.081
Gomiero, T., Pimentel, D., & Paoletti, M. G. (2011). Environmental impact of different agricultural management practices. *Critical Reviews in Plant Sciences, 30*(1–2), 95–124.
https://doi.org/10.1080/07352689.2011.554355
Harper, G. C., & Makatouni, A. (2002).Consumer perception of organic food production. *British Food Journal, 104*(3–5), 287–299. https://doi.org/10.1108/00070700210425723
Hininger-Favier, I., et al. (2021).Polyphenols and health. *Nutrients, 13*(6), 1–20.
https://doi.org/10.3390/nu13061844.
Hunter, D., et al. (2011).Evaluation of organic agriculture and food systems. *Nutrition Reviews, 69*(5), 281–295. https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2011.00392.x
Jensen, M. M., et al. (2013).Review of organic food and health. *Food & Nutrition Research, 57*, 1–10.
https://doi.org/10.3402/fnr.v57i0.20370
Juroszek, P., Lumpkin, H. M., Yang, R. Y., Ledesma, D. R., & Ma, C. H. (2009). Fruit quality and bioactive compounds with antioxidant activity of tomatoes grown on- farm: Comparison of organic and conventional management systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(4), 1188–1194. https://doi.org/10.1021/ jf801992s
Khalil, H. A., & Hassan, S. M. (2015). Ascorbic acid, β-carotene, total phenolic compound and microbiological quality of organic and conventional citrus and strawberry grown in Egypt. *African Journal of Biotechnology*, 14, 272–277. https://doi.org/ 10.5897/AJB2014.14170
Leifeld, J. (2016). Current approaches neglect possible agricultural cutback under large- scale organic farming. A comment to Ponisio et al. Proceedings of the Royal Society B: *Biological Sciences, 283*(1824), 20151623.
Letai, A., Zenmi, Y., Milki, A., & Chebli, B. (2016).Phenolic composition of citrus juices. *Food Chemistry, 197*, 1–7.

Lombardo, S., Pandino, G., & Mauromicale, G. (2012).Nutritional and antioxidant characteristics of potato tubers grown organically and conventionally. *Journal of Food Composition and Analysis, 28*(1), 39–45.https://doi.org/10.1016/j.jfca.2012.06.002
Lombardi-Boccia, G., Lucarini, M., Lanzi, S., Aguzzi, A., & Cappelloni, M. (2004). Nutrients and antioxidant molecules in yellow plums. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52*(1), 90–94. https://doi.org/10.1021/jf0344694
L´ opez, A., Fenoll, J., Hellín, P., & Flores, P. (2014). Cultivation approach for comparing the nutritional quality of two pepper cultivars grown under different agricultural regimes. LWT - *Food Science and Technology, 58*(1), 299–305. https://doi.org/ 10.1016/j.lwt.2014.02.048
Luthria, D., Singh, A. P., Wilson, T., Vorsa, N., Banuelos, G. S., & Vinyard, B. T. (2010). Influence of conventional and organic agricultural practices on the phenolic content in eggplant pulp:Plant-to-plant variation. *Food Chemistry, 121*(2), 406–411. https:// doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.12.055
Lv, J., et al. (2012).Effects of organic farming on phenolic content of herbs. *Food Chemistry, 134*(1), 301–308.
Mazzoni, L., et al. (2015).Environmental factors affecting polyphenol accumulation in fruits. *Food Chemistry, 181*, 233–239.
Mie, A., et al. (2017). Human health implications of organic food. *Environmental Health, 16*, 111. https://doi.org/10.1186/s12940-017-0315-4
Mulero, J., Pardo, F., & Zafrilla, P. (2010). Antioxidant activity and phenolic composition of organic and conventional grapes and wines. *Journal of Food Composition and Analysis*, *23*(6), 569–574. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2010.05.001
Ochmian, I., Błaszak, M., Lachowicz, S., & Piwowarczyk, R. (2020). The impact of cultivation systems on the nutritional and phytochemical content, and microbiological contamination of highbush blueberry. *Scientific reports, 10*(1), 16696. https://doi.org/10.1038/s41598-020-73947-8
Oliveira, A. P., et al. (2017). Phenolic profile and antioxidant activity of passion fruits. *Food Research International, 100*, 1–8.
Pérez, M. B., et al. (2015).Influence of cultivation system on bioactive compounds in fruits. *Food Chemistry, 173*, 370–377.
Picchi, V., et al. (2012). Polyphenols and antioxidant activity of cauliflower grown organically and conventionally. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 60*(19), 4754–4761. https://doi.org/10.1021/jf300236k
Pinto, T., Vilela, A., Pinto, A., Nunes, F. M., Cosme, F., & Anjos, R. (2018). Influence of cultivar and of conventional and organic agricultural practices on phenolic and sensory profile of blackberries (*Rubus fruticosus*). *Journal of the science of food and agriculture*, *98*(12), 4616–4624. https://doi.org/10.1002/jsfa.2018.98.issue- 1210.1002/jsfa.8990
Rachtan-Janicka, J.; Ponder, A.; Hallmann, E. (2021). The Effect of Organic and Conventional Cultivations on Antioxidants Content in Blackcurrant (Ribes nigrum L.) *Species. Appl. Sci.* 11, 5113. https://doi.org/10.3390/app11115113
Reganold, J. P., & Wachter, J. M. (2016). Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature Plants*, *2*, 15221. https://doi.org/10.1038/nplants.2015.221
Smith-Spangler, C., et al. (2012).Are organic foods safer or healthier? *Annals of Internal Medicine,157(5),348-366.*
https://doi.org/10.7326/0003-4819-157-5-201209040-00007
Tarozzi, A., et al. (2015). Antioxidant properties of organically and conventionally grown oranges. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *63*(6), 1693–1701
Tuomisto, H. L., et al. (2012). Does organic farming reduce environmental impacts? *Journal of Environmental Management, 112*, 309–320. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.08.018
Uckoo, R. M., Jayaprakasha, G. K., & Patil, B. S. (2015). Phytochemical analysis of organic and conventionally cultivated Meyer lemons (Citrus meyeri Tan.) during refrigerated storage. *Journal of Food Composition and Analysis*, 42, 63–70. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.01.009
USDA. (2014). *Organic market overview*. United States Department of Agriculture.

Valavanidis, A., Vlachogianni, T., Psomas, A., Zovoili, A., & Siatis, V. (2009). Polyphenolic profile and antioxidant activity of five apple cultivars grown under organic and conventional agricultural practices. *International Journal of Food Science & Technology,* 44, 1167–1175. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2009.01937.x

Valverde, J., et al. (2015). Influence of organic farming on broccoli phenolics. *Food Chemistry, 172*, 432–438.

Vrhovsek, U., Rigo A., Tonon D., Mattivi F. (2004).Quantitation of polyphenols in different apple varieties.Journal of Agricultural and Food Chemistry, *52*:6532–6538

(PDF) Polyphenol content and antiradical activity in different apple varieties. Available from: https://www.researchgate.net/publication/242711451_Polyphenol_content_and_antiradical_activity_in_different_apple_varieties [accessed Dec 24 2025].

Wang, S. Y., Chen, C. T., Sciarappa, W., Wang, C. Y., & Camp, M. J. (2008). Fruit quality, antioxidant capacity, and flavonoid content of organically and conventionally grown blueberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *56*(14), 5788–5794. https:// doi.org/10.1021/jf703775r

Wojdyło, A.; Oszmia´nski, J.; Milczarek, M.; Wietrzyk, J. (2013). Phenolic profile, antioxidant and antiproliferative activity of black and red currants (Ribes spp.) from organic and conventional cultivation. *International Journal of Food Science & Technology*. *48*, 715–726.

Woese, K., et al. (1997). A comparison of organically and conventionally grown foods. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 74*(3), 281–293.

Weibel, F. P., et al. (2000). Comparison of antioxidants in organic and conventional apples. *Journal of the Science of Food and Agriculture, 80*(5), 709–715.

Yaqin, S., (2025). Organic vs Conventional Foods: Nutrition, Cost & Safety.(Erişim tarihi:22.12.2025)

You, Q., Wang, B., Chen, F., Huang, Z., Wang, X., & Luo, P. G. (2011). Comparison of anthocyanins and phenolics in organically and conventionally grown blueberries in selected cultivars. *Food Chemistry*, *125*(1), 201–208. https://doi.org/10.1016/j. foodchem.2010.08.063

TİP 2 DİYABETES MELLİTUSTA DİYET LİFİ VE BAĞIRSAK BARİYER BÜTÜNLÜĞÜ: GÜNCEL KANITLAR

Serap BALABAN BARTA
Gaziantep Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Gaziantep, Türkiye
ORCID: 0000-0001-9433-2687

ÖZET

Tip 2 diyabet mellitus (T2DM), insülin direnci ve kronik düşük dereceli inflamasyon ile karakterize kompleks bir metabolik hastalık olup, son yıllarda bağırsak bariyer bütünlüğündeki bozulmaların da hastalığın patofizyolojisinde önemli bir rol oynadığı gösterilmiştir. Artmış intestinal permeabilite ve buna bağlı gelişen metabolik endotoksemi, T2DM ile ilişkili inflamatuar yanıtların şiddetlenmesine ve glisemik kontrolün bozulmasına katkıda bulunmaktadır. Bu süreçte, tight junction proteinlerinin zonulin aracılı regülasyonundaki değişiklikler ile lipopolisakkaritlerin (LPS) sistemik dolaşıma geçişi temel mekanizmalar arasında yer almaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalar, diyet lifinin bağırsak bariyer fonksiyonunun korunması ve inflamatuar süreçlerin modülasyonunda önemli bir beslenme bileşeni olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle çözünebilir ve fermente olabilen lifler, bağırsak mikrobiyotasında olumlu değişiklikler sağlayarak kısa zincirli yağ asitlerinin, özellikle bütiratın, üretimini artırmaktadır. Bütirat; intestinal epitel bütünlüğünün sürdürülmesi, tight junction proteinlerinin ekspresyonunun desteklenmesi ve inflamasyonun baskılanmasında kritik bir rol üstlenmektedir. Bu mekanizmalar aracılığıyla diyet lifinin insülin duyarlılığını ve glisemik kontrolü iyileştirebileceği düşünülmektedir. Bu derleme, T2DM'de diyet lifi alımı ile bağırsak bariyer fonksiyonu arasındaki ilişkiyi inceleyen gözlemsel ve randomize kontrollü çalışmalardan elde edilen güncel bilimsel kanıtları özetlemektedir. Mevcut bulgular, yüksek diyet lifi alımının intestinal permeabilite belirteçlerinde azalma, sistemik inflamasyonun baskılanması ve glisemik göstergelerde iyileşme ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, diyet lifi alımı T2DM yönetiminde bağırsak bariyer bütünlüğünü destekleyen ve metabolik sağlığı iyileştirebilecek etkili bir tıbbi beslenme tedavisi bileşeni olarak değerlendirilebilir. Bununla birlikte, lif türü, doz ve uzun dönem etkilerin netleştirilmesi için ileri klinik çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Tip 2 diyabetes mellitus, diyet lifi, bağırsak bariyer fonksiyonu, inflamasyon, tıbbi beslenme tedavisi

DIETARY FIBER AND GUT BARRIER INTEGRITY IN TYPE 2 DIABETES MELLITUS: CURRENT EVIDENCE

ABSTRACT

Type 2 diabetes mellitus (T2DM) is a complex metabolic disorder characterized by insulin resistance and chronic low-grade inflammation. In recent years, increasing evidence has demonstrated that disruptions in gut barrier integrity also play a significant role in the pathophysiology of T2DM. Increased intestinal permeability and the resulting metabolic endotoxemia contribute to the exacerbation of inflammatory responses and deterioration of glycemic control in individuals with T2DM. In this process, alterations in the zonulin-mediated regulation of tight junction proteins and the translocation of lipopolysaccharides (LPS) into the systemic circulation represent key underlying mechanisms. Recent studies have highlighted dietary fiber as an important nutritional component with the potential to preserve gut barrier function and modulate inflammatory processes. In particular, soluble and fermentable fibers promote beneficial changes in gut microbiota composition, leading to increased production of short-chain fatty acids, especially butyrate. Butyrate plays a critical role in maintaining intestinal epithelial integrity, supporting the expression of tight junction proteins, and suppressing inflammatory responses. Through these mechanisms, dietary fiber may contribute to improvements in insulin sensitivity and glycemic control. This review aims to summarize current scientific evidence derived from observational and randomized controlled studies examining the relationship between dietary fiber intake and gut barrier function in patients with T2DM. Available findings consistently indicate that higher dietary fiber intake is associated with reductions in intestinal permeability markers, attenuation of systemic inflammation, and improvements in glycemic indicators. In conclusion, dietary fiber intake may be considered an effective component of medical nutrition therapy that supports gut barrier integrity and improves metabolic health in the management of T2DM. However, further clinical studies are required to clarify the optimal types, dosages, and long-term effects of dietary fiber.

Keywords: Type 2 diabetes mellitus, dietary fiber, gut barrier function, inflammation, medical nutrition therapy

1. Giriş

Tip 2 Diyabetes Mellitus (T2DM), hem hiperglisemi ve insülin direnci hem de kronik düşük dereceli inflamasyon ile seyreden; kardiyovasküler hastalıklar, nöropati ve nefropati gibi komplikasyonlara yol açabilen bir metabolik hastalıktır (ADA, 2023). Son yıllarda, bağırsak

mikrobiyotasının ve bağırsak bariyer bütünlüğünün bozulmasının sonucu olarak artan inflamasyonun T2DM patogenezinde rol oynadığı gösterilmiştir (Baldeón-Rojas ve ark., 2025). Genetik, çevresel faktörler ve kötü beslenme alışkanlıkları sonucu mikrobiyotada meydana gelen disbiyozis bağırsak bütünlüğünün bozulmasına ve geçirgenliğin artmasına neden olmaktadır. Bağırsak epitelinde yer alan tight junction proteinlerinden zonula occludens-1 (ZO-1)'in zamanla işlevini kaybetmesi, bağırsak bariyer bütünlüğünün bozulmasına ve bağırsak geçirgenliğinin artmasına yol açmaktadır. Artan geçirgenlik sonucunda, bağırsak lümeninde bulunan endotoksinler, özellikle lipopolisakkaritler (LPS), sistemik dolaşıma geçmektedir. Dolaşımda lipopolisakkarit bağlayıcı protein veya lipoproteinlere bağlı olarak taşınan LPS, bağışıklık hücreleri üzerindeki Toll-like reseptör-4 (TLR4) ile etkileşime girerek makrofaj aktivasyonunu ve pro-inflamatuar sitokinlerin (TNF-α, IL-6) salınımını tetiklemektedir. Bu süreçte, sıkı bağlantı proteinlerinin zonulin aracılı yeniden düzenlenmesindeki değişiklikler ile bakteriyel toksinlerin sistemik dolaşıma geçişi, temel patofizyolojik mekanizmalar olarak tanımlanmaktadır (Astudillo-López ve ark., 2021; Jayashree ve ark., 2014). Yapılan gözlemsel bir çalışmada T2DM bireylerde serum LPS ve zonulin-1 düzeylerinin sağlıklı kontrol grubuna kıyasla belirgin derecede yüksek olduğu, artmış LPS'in TNF-α ve IL-6 gibi inflamatuar belirteçlerle ilişkili olduğu bildirilmiştir (Jayashree ve ark., 2014). Bir diğer çalışmada ise insülin direnci olan bireyler ile normal bireylerin LPS düzeyleri ve glukoz metabolizmaları karşılaştırılmıştır. Çalışma sonunda insülin direnci olan bireylerin serum LPS ve bağırsak geçirgenliği düzeylerinin normal bireylere göre daha yüksek olduğu bulunmuştur (Liang ve ark., 2013).

Diyet ve yaşam tarzı faktörleri, bağırsak mikrobiyotasını ve bariyer bütünlüğünü etkileyerek T2DM riskini modüle edebilmektedir. Özellikle düşük diyet lifi alımı ve Batı tipi beslenme örüntülerinin, T2DM gelişiminde rol oynayan disbiyozis ve bağırsak bariyer bozukluklarına yol açabileceği öne sürülmektedir. Nitekim yetersiz diyet lifi alımı ve yüksek glisemik indeksli beslenme, T2DM için iyi tanımlanmış risk faktörleri arasında yer almaktadır. Bu doğrultuda, diyet lifi tüketiminin artırılması T2DM'nin beslenme tedavisinde giderek daha fazla önem kazanmaktadır (Astudillo-López ve ark., 2021; Nitzke ve ark., 2024). Bu bağlamda bu derleme, T2DM yönetiminde diyet lifi alımı ile bağırsak bariyer fonksiyonu arasındaki ilişki güncel bilimsel kanıtlar ile değerlendirilecektir.

2. Tip 2 Diyabet Mellitusta Bağırsak Bariyer Fonksiyonu

2.1. Bağırsak Bariyerinin Yapısı ve Fizyolojik İşlevi

Bağırsak bariyeri, gastrointestinal sistem lümeni ile iç ortam arasında seçici bir sınır oluşturan karmaşık ve çok katmanlı bir savunma hattıdır. Fiziksel bariyerin temel bileşeni, intestinal mukozayı döşeyen tek sıralı epitel hücre tabakasıdır ve bu tabaka enterositler, goblet hücreleri ve Paneth hücreleri gibi farklı hücre tiplerinden oluşmaktadır. Komşu epitel hücreleri arasındaki sıkı bağlantılar (tight junction'lar), paracellular geçirgenliği düzenleyerek büyük moleküllerin ve mikroorganizmaların geçişini sınırlandırmaktadır. Sağlıklı bir bağırsakta bu yapılar, LPS gibi bakteriyel endotoksinlerin lamina propriaya ve sistemik dolaşıma geçmesini etkin biçimde engellemektedir (Astudillo-López ve ark., 2021). Goblet hücreleri tarafından salgılanan mukus tabakası, fiziksel bariyeri güçlendirerek patojenlerin epitel yüzeyi ile doğrudan temasını önleyen önemli bir savunma unsurudur. Mukus içerisinde bulunan salgısal immünoglobulin A (IgA) ve antimikrobiyal peptitler, bağırsak lümenindeki mikroorganizmaları nötralize ederek kimyasal ve immün bariyer işlevi görmektedir. Buna ek olarak, bağırsakta yerleşik bulunan kommensal bakteriler, patojenlerle rekabet ederek ve zararlı mikroorganizmaların aşırı çoğalmasını engelleyerek mikrobiyal bariyerin sürdürülmesine katkı sağlamaktadır (Chen ve ark., 2021).

Bağırsak bariyerinin temel fizyolojik işlevi, besin ögelerinin emilimine izin verirken vücuda zararlı olabilecek antijen, toksin ve mikroorganizmaların geçişini engellemektir. Seçici geçirgenlik olarak tanımlanan bu özellik sayesinde, bağırsak lümenindeki besin maddeleri kontrollü biçimde emilirken, büyük moleküller ve mikroorganizmalar sağlıklı bireylerde epitel bariyerini aşamaz. Bariyer bütünlüğünün korunmasında tight junction proteinlerinin dinamik düzenlenmesi kritik öneme sahiptir. Enterosit kaynaklı bir protein olan zonulin, tight junction'ların açılıp kapanma süreçlerini düzenlediği bilinen tek endojen mediyatör olarak tanımlanmaktadır. Zonulin, lümendeki bazı uyaranların (örneğin bakteriyel aşırı çoğalma veya gliadin gibi besin bileşenleri) varlığında enterositlerden salgılanarak tight junction komplekslerini gevşetmekte ve bariyer permeabilitesini geçici olarak artırmaktadır. Fizyolojik koşullarda özellikle ince bağırsakta zonulin aracılı bu kontrollü permeabilite artışı, besin emilimi ile mukozal savunma arasında hassas bir denge kurulmasına olanak tanımaktadır (Chen ve ark., 2021).

2.2. T2DM'de Bağırsak Bariyer Disfonksiyonu, Lipopolisakkaritler (LPS) ve İnflamasyon

T2DM'de bağırsak bariyer geçirgenliğinin arttığı hem hayvan modellerinde hem de insan çalışmalarında gösterilmiştir. Obezite ve diyabetli bireylerde sıkı bağlantı (tight junction) komplekslerinin yapı ve işlevinde bozulmalar meydana geldiği; bunun sonucunda bakteriyel ürünlerin paracellular yol ile sistemik dolaşıma geçebildiği bildirilmektedir. Bu bağlamda, T2DM'li hastalarda ve kardiyometabolik risk faktörleri yüksek bireylerde serum zonulin düzeylerinin anlamlı biçimde arttığı ve zonulin düzeylerinin insülin direnci ile pozitif yönde ilişkili olduğu saptanmıştır (Moreno-Navarrete ve ark., 2012; Pussinen ve ark., 2011). Zonulin düzeylerindeki artış, bağırsak bariyerinin fonksiyonel bütünlüğünün bozulduğuna işaret etmekte; bu durum bağırsak lümenindeki toksinlerin ve özellikle Gram-negatif bakterilerin hücre duvarı bileşeni olan LPS dolaşıma geçişini kolaylaştırmaktadır. Nitekim yapılan çalışmalarda, T2DM ve obezite ile ilişkili bireylerde metabolik endotoksemi bulguları ortaya konmuş; dolaşımdaki LPS konsantrasyonlarının diyabetik ve insülin direnci olan gruplarda sağlıklı kontrollere kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu gösterilmiştir (Jayashree ve ark., 2014; Liang ve ark., 2013). Bu ilişkiyi destekleyen önemli kanıtlardan biri, Pirkko Pussinen ve arkadaşları tarafından yürütülen ve 7.000'den fazla katılımcıyı içeren prospektif FINRISK çalışmasından elde edilmiştir. Söz konusu çalışmada, serum LPS aktivitesi yüksek olan bireylerde ilerleyen yıllarda T2DM gelişme riskinin anlamlı biçimde arttığı; LPS düzeyleri en yüksek çeyrekte yer alan katılımcıların 10 yıllık diyabet insidansının, en düşük çeyrekte bulunanlara kıyasla %52 daha yüksek olduğu rapor edilmiştir. Bu bulgular, endotoksin yükündeki artışın insülin direnci ve diyabet patogenezi ile yakından ilişkili olduğunu güçlü biçimde desteklemektedir (Pussinen ve ark., 2011).

Metabolik endotoksemi, genellikle yüksek yağlı ve düşük lifli "Batı tipi" beslenme ile tetiklenen, bağırsak bariyer bütünlüğünün bozulmasına bağlı olarak dolaşıma düşük dereceli LPS geçişini tanımlayan bir kavramdır. Yüksek yağ alımı, özellikle doymuş yağ asitlerinden zengin öğünler, postprandiyal dönemde dolaşımdaki LPS düzeylerini belirgin biçimde artırmaktadır. Doymuş yağların ince bağırsaktan şilomikronlar aracılığıyla emilirken LPS'yi de birlikte taşıdığı ve böylece endotoksin emilimini kolaylaştırdığı öne sürülmektedir. Buna ek olarak, doymuş yağ asitlerinin enterositlerde Toll-benzeri reseptör-4 (TLR4) sinyal yolunu doğrudan aktive edebildiği ve bu yolla inflamatuar yanıtı tetiklediği gösterilmiştir. Sonuç olarak, yüksek yağlı ve liften fakir beslenme örüntüsü, Gram-negatif bakterilerin bağırsakta aşırı çoğalmasını ve bağırsak bariyer geçirgenliğinin artmasını teşvik ederek, LPS yükü ve

inflamasyonun karşılıklı olarak birbirini beslediği bir kısır döngünün oluşmasına yol açabilmektedir (Ahola ve ark., 2017).

Sistemik dolaşıma geçen LPS, başta karaciğer ve yağ doku makrofajları olmak üzere çeşitli hücrelerde TLR4 aracılığıyla proinflamatuar sitokin salınımını uyarmaktadır. Kronik olarak hafif düzeyde artmış LPS konsantrasyonlarıyla karakterize edilen metabolik endotoksemi, sürekli bir immün aktivasyona yol açarak T2DM'de gözlenen kronik düşük dereceli inflamatuar ortamın önemli nedenlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Nitekim T2DM'li bireylerde plazma TNF-α, IL-6 ve CRP gibi inflamasyon belirteçlerinin sağlıklı bireylere kıyasla daha yüksek olduğu ve bu belirteçlerin endotoksin düzeyleriyle pozitif ilişki gösterdiği bildirilmiştir. Oluşan bu inflamatuar ortam, insülin sinyal yolunda kritik rol oynayan IRS-1 ve Akt gibi moleküllerin fosforilasyon düzenini bozarak insülin direncini pekiştirmektedir. Özellikle LPS aracılı sitokin salınımının serin kinazları aktive etmesi, IRS proteinlerinde serin fosforilasyonuna yol açmakta ve insülin sinyalinin etkinliğini azaltmaktadır. Bu bağlamda, bağırsak bariyer disfonksiyonu ve bunu izleyen LPS translokasyonu, T2DM'de kronik inflamasyon ile insülin direnci arasındaki temel patofizyolojik bağlantı noktalarından biri olarak öne çıkmaktadır (Ghosh ve ark., 2020; Pussinen ve ark., 2011).

3. Diyet Lifi: Tanımı, Türler ve Metabolik Etkiler

3.1. Diyet Lifinin Tanımı ve Sınıflandırılması

Diyet lifi, insan ince bağırsağında sindirilemeyen ve emilemeyen bitki kaynaklı kompleks karbonhidratlar için kullanılan genel bir terimdir. Klasik tanımıyla diyet lifi; selüloz, hemiselüloz, pektin, zamklar, inülin, beta glukan, dirençli nişasta gibi polisakkaritleri ve lignin gibi ilişkili bileşikleri kapsamaktadır (An ve ark., 2022; Usuda ve ark., 2021). Bu bileşikler insan sindirim enzimleri tarafından hidrolize edilemedikleri için kalın bağırsağa büyük ölçüde bütün halde ulaşır ve burada kısmen veya tamamen bağırsak mikrobiyotası tarafından fermente edilir. Diyet lifleri farklı özelliklerine göre sınıflandırılabilmektedir. Çözünürlüklerine göre lifler, **çözünebilir** ve **çözünmez** lifler olarak iki gruba ayrılır. Çözünebilir lifler suda viskoz jel oluşturabilen lifler olup pektin, beta-glukan, guar gam, inülin ve bazı hemiselülozları içerir. Çözünmez lifler ise suda çözünmeyen, bağırsak içeriğinde hacim oluşturarak intestinal transit süresini etkileyen liflerdir; selüloz, lignin ve buğday kepeğinde bulunan bazı hemiselülozlar bu gruba dahildir (Usuda ve ark., 2021). Lifler ayrıca fermente edilebilirlik özelliklerine göre de sınıflandırılmaktadır. Fermente edilebilir lifler, özellikle fruktooligosakkaritler ve inülin gibi kısa zincirli karbonhidrat yapılarından oluşan lifler olup, kolon bakterileri tarafından büyük

ölçüde kısa zincirli yağ asitlerine (KZYA) dönüştürülebilir. Buna karşılık fermente edilemeyen lifler (örneğin lignoselülozik lifler ve buğday kepeği), dışkı hacmini artırarak ve kolon geçiş süresini kısaltarak bağırsak fonksiyonları üzerinde etkili olmaktadır (Khorasaniha ve ark., 2023; Lattimer & Haub, 2010).

Diyet lifinin başlıca kaynakları tam tahıllar, kuru baklagiller, meyve ve sebzeler ile kuruyemişler ve tohumlar gibi bitkisel besinlerdir. Çözünebilir lifler özellikle yulaf, arpa, kuru baklagiller, meyveler ve bazı sebzelerde yüksek miktarda bulunurken; çözünmez lifler kepekli tahıllar, buğday kepeği, kuruyemiş kabukları ve lifli sebzelerde yoğunlaşmaktadır. Yetişkin bireyler için günlük lif alımına yönelik genel öneri yaklaşık 25-35 g olup, bu miktar sağlığın korunması ve kronik hastalık riskinin azaltılması için gerekli minimum düzey olarak kabul edilmektedir (Nitzke ve ark., 2024). Nitekim çok sayıda çalışma, yüksek diyet lifi alımının T2DM dâhil olmak üzere çeşitli kronik hastalıklarda olumlu etkiler sağladığını göstermiştir. Diyet lifinin viskozite oluşturma ve jel yapısı sayesinde gastrointestinal motiliteyi ve besin emilim hızını etkilemesi; ayrıca bağırsak lümeninde glukoz ve lipidlerin tutulmasını kolaylaştırması, metabolik kontrolün iyileşmesine katkıda bulunan temel mekanizmalardır. Örneğin, liften zengin öğünlerde postprandiyal glukoz emilimi yavaşlamakta, buna bağlı olarak yemek sonrası kan glukozu ve insülin yanıtları azalmaktadır (Astudillo-López ve ark., 2021; Medina-Remón ve ark., 2017; Nitzke ve ark., 2024). Benzer şekilde, çözünebilir liflerin jel oluşturucu özellikleri yağ ve kolesterol emilimini kısmen sınırlandırarak serum lipid profili üzerinde olumlu etkiler göstermektedir. Çok sayıda araştırma, yüksek diyet lifi alımının LDL kolesterol düzeylerini düşürdüğünü ve vücut ağırlığı kontrolünü desteklediğini ortaya koymuştur (Desmarchelier ve ark., 2019; Hodson ve ark., 2001).

Metabolik etkileri açısından diyet lifinin en belirgin rolü, kalın bağırsakta fermentasyon yoluyla KZYA üretimini desteklemesidir. Özellikle çözünür ve fermente edilebilir lifler, kolondaki faydalı bakteriler tarafından metabolize edilerek bütirat, propiyonat ve asetat gibi KZYA'ların oluşumuna katkı sağlamaktadır. Bu metabolitlerin konak fizyolojisi üzerindeki çok yönlü etkileri, diyet lifini özgün bir "metabolik düzenleyici" bileşen hâline getirmektedir (Fujii ve ark., 2013). Son yıllarda yayımlanan sistematik derlemeler ve meta-analizler, T2DM'li bireylerde artan diyet lifi alımının uzun dönemli glisemik kontrolü iyileştirdiğini, özellikle HbA1c düzeylerinde anlamlı düşüşler sağladığını ve vücut ağırlığı ile lipid profilinde olumlu değişikliklere yol açtığını bildirmektedir (Nitzke ve ark., 2024). Bu yararlı etkilerin bir kısmı, liften zengin diyetlerin daha uzun süre tokluk sağlaması ve düşük enerji yoğunluğu ile toplam

enerji alımını azaltmasına bağlanmakla birlikte; lifin bağırsak mikrobiyotası ve bağırsak bariyeri üzerinden aracılık ettiği metabolik iyileşmelerin de kritik öneme sahip olduğu vurgulanmaktadır. Sonuç olarak, diyet lifi hem doğrudan gastrointestinal etkileri hem de dolaylı mikrobiyota aracılı mekanizmaları sayesinde T2DM yönetiminde önemli ve değerli bir besin bileşeni olarak kabul edilmektedir (Chen ve ark., 2023; Zhao ve ark., 2018).

3.2. Diyet Lifi ve Bağırsak Mikrobiyotası

Diyet lifinin sağlık üzerindeki yararlı etkilerinin büyük bir bölümü, bağırsak mikrobiyotası ile olan etkileşimi aracılığıyla ortaya çıkmaktadır. İnsan kolonu, diyet liflerinin fermentasyonunda kilit rol oynayan trilyonlarca mikroorganizmaya ev sahipliği yapar. Mikrobiyota tarafından erişilebilir karbonhidratlar olarak da adlandırılan fermente edilebilir lifler, bağırsak bakterileri için önemli bir enerji ve karbon kaynağı oluşturmaktadır. Özellikle *Bifidobacterium, Lactobacillus, Faecalibacterium* ve *Roseburia* gibi yararlı bakteri cinsleri, çözünür lifleri fermente ederek yüksek miktarda KZYA üretmektedir. Bu nedenle liften zengin diyetler, söz konusu bakterilerin büyümesini teşvik ederek bağırsak mikrobiyota kompozisyonunu daha sağlıklı bir profile yönlendirmektedir. Nitekim yapılan çalışmalar, yüksek lif alımının probiyotik özellikteki *Bifidobacterium* ve *Lactobacillus* türlerinin sayısını artırdığını; buna karşılık *Escherichia* ve *Desulfovibrio* gibi bazı *Proteobacteria* üyeleri ile diğer fırsatçı patojenlerin bolluğunu azalttığını göstermektedir (Chen ve ark., 2023).

Lif fermentasyonu sonucunda oluşan KZYA özellikle bütirat, propiyonat ve asetat konakçının bağırsak ve metabolik sağlığı üzerinde çok yönlü olumlu etkilere sahiptir. Bütirat, kolonik epitel hücrelerinin başlıca enerji kaynağı olup bağırsak epitel bütünlüğünün korunmasında kritik rol oynar. Epitel hücrelerinde peroksizom proliferatör-aktive edici reseptör gama (PPAR-γ) sinyal yolunu ve hücresel enerji metabolizmasını düzenleyerek bariyer fonksiyonunu desteklediği gösterilmiştir. Ayrıca bütiratın, Claudin-1 ve ZO-1 gibi tight junction proteinlerinin ekspresyonunu artırarak epitel hücreleri arasındaki sıkı bağlantıları güçlendirdiği ve böylece bağırsak geçirgenliğini azalttığı bildirilmiştir. Propiyonat ve asetat da belirgin immünmodülatör etkilere sahiptir; kolon epitelinde inflamatuar yanıtları baskılar ve mukus üretimini teşvik ettiği bildirilmiştir (Nogal ve ark., 2021; Rios-Covian ve ark., 2020). Buna ek olarak, KZYA'lar tarafından uyarılan glukagon benzeri peptit-2 (GLP-2) salınımı bağırsak bariyerinin sürdürülmesine katkı sağlar. GLP-2, epitel hücre proliferasyonunu artıran ve tight junction bütünlüğünü destekleyen önemli bir bağırsak hormonudur. Hayvan çalışmalarında, liften fakir diyetle beslenen farelerde GLP-1 ve GLP-2 düzeylerinin azaldığı ve intestinal

permeabilitenin arttığı; buna karşılık diyete lif eklenmesinin GLP-2 salınımını artırarak bariyer fonksiyonunu iyileştirdiği gösterilmiştir (Hunt ve ark., 2021; Maruta ve ark., 2020).

Sonuç olarak, diyet lifi ile bağırsak mikrobiyotası arasında karşılıklı faydaya dayalı simbiyotik bir ilişki bulunmaktadır. Yüksek lif alımı, bağırsak mikrobiyotasını daha zengin ve yararlı bakteri ağırlıklı bir profile yönlendirirken; bu bakteriler tarafından üretilen KZYA'lar ve diğer metabolitler bağırsak bariyer bütünlüğünü güçlendirmekte ve sistemik inflamasyonu azaltmaktadır. Özellikle bütirat, sıkı bağlantı proteinlerini destekleyerek inflamatuar yanıtları baskılamakta ve bağırsak epitel bütünlüğü üzerinde onarıcı etkiler göstermektedir. Lif alımıyla artan yararlı bakteriler (örneğin *Bifidobacterium* türleri), potansiyel patojenlerin baskılanmasına ve mukus tabakasının korunmasına katkı sağlarken; azalan zararlı bakteri grupları endotoksin yükünün düşürülmesine yardımcı olmaktadır. Bu mekanizmaların bütüncül etkisi, liften zengin beslenmenin T2DM'li bireylerde daha düşük bağırsak geçirgenliği, azalmış inflamasyon ve daha iyi glisemik kontrol ile ilişkili olmasını açıklamaktadır (Chen ve ark., 2021).

4. Diyet Lifi ve Bağırsak Bariyer Bütünlüğü ve Tip 2 Diyabetes Mellitus Arasındaki İlişkiye Dair Güncel Kanıtlar

Yüksek lifli diyet müdahalelerinin T2DM'li bireylerde hem bağırsakla ilişkili belirteçlerde hem de glisemik kontrolde anlamlı iyileşmeler sağladığı görülmektedir. Bu bağlamda, Çin'de Zhao ve arkadaşları tarafından yürütülen çığır açıcı bir randomize kontrollü çalışmada, 43 T2DM hastası 12 hafta boyunca çok çeşitli lif kaynaklarından zengin bir diyete tabi tutulmuş ve sonuçlar standart diyabet diyetiyle karşılaştırılmıştır. Yüksek lifli diyet grubunda, üç aylık ortalama kan glukozunu yansıtan HbA1c düzeylerinde belirgin bir iyileşme sağlanmış; katılımcıların %89'unun HbA1c düzeyi <%7 düzeyinde iken, bu oranın kontrol grubunda anlamlı derecede daha düşük olduğu bildirilmiştir. Ayrıca lif grubunda açlık kan glukozunun daha hızlı düştüğü, katılımcıların anlamlı ölçüde daha fazla kilo kaybettiği ve iyileşmiş bir lipid profiline sahip olduğu gösterilmiştir. Bu olumlu klinik sonuçlar, yüksek lifli diyetin bağırsak ekosistemi üzerinde oluşturduğu değişimlerle ilişkilendirilmiştir. Çalışmada, lif alımının bağırsakta özellikle 15 faydalı bakteri türünün çoğalmasını teşvik ettiği; bu bakterilerin bütirat ve asetat başta olmak üzere kısa zincirli yağ asidi üretimini artırarak kolonda daha asidik ve metabolik açıdan sağlıklı bir ortam oluşturduğu saptanmıştır. Oluşan bu mikrobiyal ortamın patojenik bakteri bolluğunu azalttığı ve pankreatik insülin sekresyonunu destekleyerek glisemik kontrolün iyileşmesine katkıda bulunduğu belirtilmiştir (Zhao ve ark., 2018).

Chen ve arkadaşlarının 2023 yılında yayımlanan çalışmasında, 17 T2DM hastası sekiz hafta süreyle yüksek lifli diyetle beslenmiş; kontrol grubu ise standart diyete devam etmiştir (her iki gruba da temel hipoglisemik tedavi olarak akarbos verilmiştir). Sekiz haftalık müdahale sonunda, yüksek lifli diyet uygulanan grupta HbA1c ve açlık plazma glukozu düzeylerinde anlamlı düşüşler gözlenirken, kontrol grubunda belirgin bir değişiklik saptanmamıştır. Lif tüketen hastalarda açlık insülin ve C-peptit düzeylerinin artması, pankreatik beta-hücre fonksiyonunda iyileşmeye işaret etmektedir. Buna ek olarak, müdahale grubunda toplam kolesterol, LDL kolesterol ve trigliserit düzeyleri azalırken, HDL kolesterol düzeylerinde artış kaydedilmiştir. Müdahale grubunda serum IL-1β, IL-6, TNF-α ve MCP-1 düzeyleri, hem başlangıç değerlerine hem de kontrol grubuna kıyasla anlamlı ölçüde düşmüştür; bu durum artan lif alımının kronik inflamatuar yükü azalttığını göstermektedir. Mikrobiyota analizleri ise yüksek lifli diyetin *Lactobacillus*, *Bifidobacterium* ve *Akkermansia* gibi bağırsak bariyerini destekleyen bakteri türlerinin bolluğunu artırdığını; buna karşılık *Klebsiella* ve *Desulfovibrio* gibi fırsatçı patojenlerin azaldığını ortaya koymuştur. Sonuç olarak bu çalışma, liften zengin diyet müdahalesinin kısa sürede dahi T2DM hastalarında bağırsak bariyer bütünlüğünü destekleyebileceğini ve glisemik, lipid ve inflamatuar parametreler üzerinde anlamlı iyileşmeler sağlayabileceğini güçlü biçimde desteklemektedir (Chen ve ark., 2023).

Dehghan ve arkadaşları (2014) tarafından yürütülen randomize kontrollü bir çalışmada, 52 T2DM hastasında sekiz hafta süreyle inülin tipi frukto-oligosakkarit (10 g/gün) takviyesinin etkileri plasebo ile karşılaştırılmıştır. Müdahale sonunda, inülin alan grupta HbA1c düzeylerinde yaklaşık %10'luk göreceli bir azalma ve açlık plazma glukozunda anlamlı düşüş saptanmış; buna paralel olarak insülin direnci indeksinde belirgin bir iyileşme gözlenmiştir. Ayrıca, metabolik endotokseminin bir göstergesi olarak değerlendirilen LPS düzeylerinin müdahale grubunda plaseboya kıyasla anlamlı biçimde azaldığı bildirilmiştir. Çalışmada inflamatuar yanıtın da baskılandığı, özellikle TNF-α düzeylerinin inülin takviyesi alan grupta anlamlı şekilde düştüğü rapor edilmiştir. Bu bulgular, prebiyotik lif takviyesinin T2DM hastalarında yalnızca glisemik kontrolü değil, aynı zamanda endotoksemi ve inflamasyonla ilişkili patofizyolojik süreçleri de olumlu yönde etkileyebileceğini göstermektedir (Dehghan ve ark., 2014).

Birkeland ve arkadaşlarının (2020) randomize kontrollü çalışmasında, Norveç'te 25 T2DM hastasında altı hafta süreyle inülin/frukto-oligosakkarit karışımı (16 g/gün) ile plasebo karşılaştırılmıştır. Müdahale süresi sonunda HbA1c ve diğer glisemik parametreler açısından

gruplar arasında anlamlı bir fark saptanmamış, bu durum kısa süreli lif takviyesinin glisemik kontrol üzerindeki etkilerinin sınırlı olabileceğini düşündürmüştür. Buna karşın, lif takviyesi alan grupta dışkı mikrobiyota kompozisyonunda belirgin değişiklikler gözlenmiş; özellikle *Bifidobacterium* gibi yararlı bakteri türlerinin arttığı, inflamasyonla ilişkili bazı bakteri gruplarının ise azaldığı rapor edilmiştir. Bu bulgular, diyet lifinin kısa vadede glisemik parametrelerde belirgin bir iyileşme sağlamasa dahi, bağırsak mikrobiyotasını olumlu yönde modüle ederek uzun vadeli metabolik faydalara zemin hazırlayabileceğini göstermektedir (Birkeland ve ark., 2021).

Farhangi ve arkadaşlarının (2018) randomize kontrollü çalışmasında, İran'da 55 T2DM hastasında sekiz hafta süreyle dirençli dekstrin (10 g/gün çözünebilir lif) takviyesinin etkileri plasebo ile karşılaştırılmıştır. Müdahale sonunda glisemik kontrol göstergelerinde belirgin bir değişiklik saptanmamakla birlikte, lif takviyesi alan grupta açlık insülin düzeylerinin anlamlı biçimde azaldığı ve HOMA-IR değerlerinde iyileşme görüldüğü bildirilmiştir. Müdahale grubunda IL-6 ve CRP düzeylerinin plaseboya kıyasla anlamlı ölçüde düştüğü rapor edilmiştir. Bu sonuçlar, dirençli dekstrin takviyesinin T2DM hastalarında glisemik parametrelerden bağımsız olarak inflamatuar durumu hafifletebileceğini göstermektedir (Farhangi ve ark., 2016).

Bağırsak bariyer fonksiyonuna odaklanan sınırlı sayıdaki araştırma ise, diyetle lif alımının serum zonulin ve LPS düzeyleri gibi intestinal permeabilite belirteçlerini azaltabileceğine işaret etmektedir. Örneğin, obezite ve prediyabetik bireylerde yürütülen bir müdahale çalışmasında, altı hafta süreyle düşük doz galakto-oligosakkarit prebiyotik takviyesi uygulanması sonrasında, endotokseminin dolaylı bir göstergesi olarak kabul edilen LPS-bağlayıcı protein (LBP) konsantrasyonlarının plaseboya kıyasla azaldığı bildirilmiştir. Bu bulgu, lif takviyesinin sistemik endotoksin yükünü dolaylı olarak azaltabileceğini düşündürmektedir (Romo ve ark., 2025). Mevcut kanıtlar birlikte değerlendirildiğinde, yüksek diyet lifi alımının T2DM'li hastalarda bağırsak bariyer bütünlüğünün korunmasına katkı sağlayabileceği görülmektedir. Diyet lifi, bağırsak permeabilitesinin göstergeleri olarak kabul edilen zonulin ve LPS düzeylerini azaltarak bariyer fonksiyonunu güçlendirmekte; buna paralel olarak kronik inflamasyonu hafifleterek insülin sinyal yolunun etkinliğini artırabilmektedir. Bu mekanizmalar sonucunda daha iyi glisemik kontrol, iyileşmiş bir lipid profili ve potansiyel olarak diyabete bağlı komplikasyon riskinde azalma gözlenmektedir. Diyet lifinin bu çok yönlü yararlı etkileri, onu farmakolojik olmayan beslenme müdahaleleri arasında öne çıkan bir bileşen

hâline getirmiştir. Nitekim çeşitli kılavuz ve uzman görüşleri, T2DM tedavisinde liften zengin beslenme yaklaşımlarının tıbbi beslenme tedavisinin temel unsurlarından biri olarak benimsenmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Ahola ve ark., 2017; Dehghan ve ark., 2014; Fujii ve ark., 2013).

5. Sonuçlar ve Öneriler

T2DM'de diyet lifi tüketimi ile bağırsak bariyer fonksiyonu arasındaki ilişkiye dair giderek artan bilimsel kanıtlar, beslenme müdahalelerinin metabolik sağlık üzerindeki belirleyici rolünü ortaya koymaktadır. Bu doğrultuda, yeterli miktarda ve uygun türde diyet lifi alımının, T2DM yönetiminde bağırsak bariyer bütünlüğünü destekleyen ve metabolik kontrolü iyileştirme potansiyeline sahip etkili bir beslenme stratejisi olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Özellikle çözünür ve fermente edilebilir liflerden zengin beslenme modelleri, bağırsak mikrobiyotasını sağlıklı yönde modüle ederek metabolik endotoksemi ve kronik inflamasyon döngüsünün kırılmasına katkı sağlayabilir. Bu mekanizmalar aracılığıyla insülin duyarlılığının artması ve glisemik yanıtların daha dengeli hâle gelmesi mümkün olabilmektedir.

Gelecekte yapılacak araştırmaların, farklı diyet lifi türlerinin (çözünebilir ve çözünmez; viskoz ve viskoz olmayan; fermente edilebilir ve edilemez) bağırsak bariyer fonksiyonu ve T2DM üzerindeki özgül etkilerini karşılaştırmalı olarak incelenebilir. Ayrıca lif takviyelerinin uzun dönemli etkinliği ve güvenilirliği konusunda daha fazla randomize kontrollü çalışmaya ihtiyaç vardır. Özellikle lifin doz-yanıt ilişkisi, optimal alım miktarının belirlenmesi ve obezite, ileri yaş veya farklı etnik köken gibi hasta alt gruplarında etkilerinin değerlendirilmesi, klinik uygulamalar açısından önemli katkılar sağlayacaktır.

Sonuç olarak, mevcut kanıtlar yüksek diyet lifi alımının bağırsak bariyer bütünlüğünü destekleyerek metabolik endotoksemiyi azalttığını, sistemik inflamasyonu hafiflettiğini ve glisemik kontrolü iyileştirdiğini güçlü biçimde desteklemektedir. Bu bağlamda diyet lifi, T2DM'nin tıbbi beslenme tedavisinde hem bağırsak sağlığını hem de genel metabolik durumu hedefleyen etkili ve doğal bir beslenme bileşeni olarak değerlendirilmelidir. Elde edilen bulgular doğrultusunda, T2DM'li bireylerin beslenme planlarında liften zengin gıdalara daha geniş yer verilmesi; toplum genelinde ise rafine karbonhidrat tüketiminin azaltılarak tam tahıllar, sebze ve meyve tüketiminin teşvik edilmesi, önemli bir halk sağlığı stratejisi olarak ele alınmalıdır. Böylece bağırsak mikrobiyota–bariyer–metabolizma ekseninde olumlu değişimler desteklenerek, tip 2 diyabetin daha bütüncül ve sürdürülebilir bir yaklaşımla tedavisi mümkün olabilecektir.

KAYNAKLAR

Ahola, A. J., Lassenius, M. I., Forsblom, C., Harjutsalo, V., Lehto, M., & Groop, P.-H. (2017). Dietary patterns reflecting healthy food choices are associated with lower serum LPS activity. *Scientific reports*, *7*(1), 1-9.

An, Y., Lu, W., Li, W., Pan, L., Lu, M., Cesarino, I., Li, Z., & Zeng, W. (2022). Dietary fiber in plant cell walls—the healthy carbohydrates. *Food Quality and Safety*, *6*, fyab037.

American Diabetes Association (2023). Standards of care in diabetes—2023. *Diabetes care*, *46*, S1-S267.

Astudillo-López, C. C., Castro-Alarcón, N., Ariza, A. C., Muñoz-Valle, J. F., de la Cruz-Mosso, U., Flores-Alfaro, E., del Moral-Hernández, O., Moreno-Godínez, M. E., Ramírez-Vargas, M. A., & Matia-Garcia, I. (2021). Influence of diet and levels of zonulin, lipopolysaccharide and c-reactive protein on cardiometabolic risk factors in young subjects. *Nutrients*, *13*(12), 4472.

Baldeón-Rojas, L., Alulema, V., Barrera-Guarderas, F., Aguirre-Villacís, D., Cañadas-Herrera, C., Bedón-Galarza, R., Pérez-Tasigchana, F., & Pérez-Galarza, J. (2025). The Linkage Between Inflammation and the Progression of Type 2 Diabetes Mellitus. *Current Issues in Molecular Biology*, *47*(10), 859.

Birkeland, E., Gharagozlian, S., Birkeland, K. I., Holm, O. K., Thorsby, P. M., & Aas, A.-M. (2021). Effect of inulin-type fructans on appetite in patients with type 2 diabetes: a randomised controlled crossover trial. *Journal of Nutritional Science*, *10*, e72.

Chen, L., Liu, B., Ren, L., Du, H., Fei, C., Qian, C., Li, B., Zhang, R., Liu, H., & Li, Z. (2023). High-fiber diet ameliorates gut microbiota, serum metabolism and emotional mood in type 2 diabetes patients. *Frontiers in cellular and infection microbiology*, *13*, 1069954.

Chen, Y., Cui, W., Li, X., & Yang, H. (2021). Interaction between commensal bacteria, immune response and the intestinal barrier in inflammatory bowel disease. *Frontiers in immunology*, *12*, 761981.

Dehghan, P., Gargari, B. P., Jafar-Abadi, M. A., & Aliasgharzadeh, A. (2014). Inulin controls inflammation and metabolic endotoxemia in women with type 2 diabetes mellitus: a randomized-controlled clinical trial. *International journal of food sciences and nutrition*, *65*(1), 117-123.

Desmarchelier, C., Borel, P., Lairon, D., Maraninchi, M., & Valéro, R. (2019). Effect of nutrient and micronutrient intake on chylomicron production and postprandial lipemia. *Nutrients*, *11*(6), 1299.

Farhangi, M. A., Javid, A. Z., & Dehghan, P. (2016). The effect of enriched chicory inulin on liver enzymes, calcium homeostasis and hematological parameters in patients with type 2 diabetes mellitus: a randomized placebo-controlled trial. *Primary Care Diabetes*, *10*(4), 265-271.

Fujii, H., Iwase, M., Ohkuma, T., Ogata-Kaizu, S., Ide, H., Kikuchi, Y., Idewaki, Y., Joudai, T., Hirakawa, Y., Uchida, K., Sasaki, S., Nakamura, U., & Kitazono, T. (2013). Impact of dietary fiber intake on glycemic control, cardiovascular risk factors and chronic kidney disease in Japanese patients with type 2 diabetes mellitus: the Fukuoka Diabetes Registry. *Nutr J*, *12*, 159. https://doi.org/10.1186/1475-2891-12-159

Ghosh, S. S., Wang, J., Yannie, P. J., & Ghosh, S. (2020). Intestinal barrier dysfunction, LPS translocation, and disease development. *Journal of the Endocrine Society*, *4*(2), bvz039.

Hodson, L., Skeaff, C., & Chisholm, W.-A. (2001). The effect of replacing dietary saturated fat with polyunsaturated or monounsaturated fat on plasma lipids in free-living young adults. *European Journal of Clinical Nutrition*, *55*(10), 908-915.

Hunt, J. E., Hartmann, B., Schoonjans, K., Holst, J. J., & Kissow, H. (2021). Dietary fiber is essential to maintain intestinal size, L-cell secretion, and intestinal integrity in mice. *Frontiers in Endocrinology*, *12*, 640602.

Jayashree, B., Bibin, Y., Prabhu, D., Shanthirani, C., Gokulakrishnan, K., Lakshmi, B., Mohan, V., & Balasubramanyam, M. (2014). Increased circulatory levels of lipopolysaccharide (LPS) and zonulin signify novel biomarkers of proinflammation in patients with type 2 diabetes. *Molecular and cellular biochemistry*, *388*, 203-210.

Khorasaniha, R., Olof, H., Voisin, A., Armstrong, K., Wine, E., Vasanthan, T., & Armstrong, H. (2023). Diversity of fibers in common foods: Key to advancing dietary research. *Food Hydrocolloids*, *139*, 108495.

Lattimer, J. M., & Haub, M. D. (2010). Effects of dietary fiber and its components on metabolic health. *Nutrients*, *2*(12), 1266-1289.

Liang, H., Hussey, S. E., Sanchez-Avila, A., Tantiwong, P., & Musi, N. (2013). Effect of lipopolysaccharide on inflammation and insulin action in human muscle. *PloS one*, *8*(5), e63983.

Maruta, K., Takajo, T., Akiba, Y., Said, H., Irie, E., Kato, I., Kuwahara, A., & Kaunitz, J. D. (2020). GLP-2 acutely prevents endotoxin-related increased intestinal paracellular permeability in rats. *Digestive diseases and sciences*, *65*(9), 2605-2618.

Medina-Remón, A., Casas, R., Tressserra-Rimbau, A., Ros, E., Martínez-González, M., Fitó, M., Corella, D., Salas-Salvadó, J., Lamuela-Raventos, R., & Estruch, R. (2017). PREDIMED study investigators: polyphenol intake from a Mediterranean diet decreases inflammatory biomarkers related to atherosclerosis: a substudy of the PREDIMED trial. *Br J Clin Pharmacol*, *83*(1), 114-128.

Moreno-Navarrete, J. M., Sabater, M., Ortega, F., Ricart, W., & Fernandez-Real, J. M. (2012). Circulating zonulin, a marker of intestinal permeability, is increased in association with obesity-associated insulin resistance. *PloS one*, *7*(5), e37160.

Nitzke, D., Czermainski, J., Rosa, C., Coghetto, C., Fernandes, S. A., & Carteri, R. B. (2024). Increasing dietary fiber intake for type 2 diabetes mellitus management: A systematic review. *World journal of diabetes*, *15*(5), 1001.

Nogal, A., Valdes, A. M., & Menni, C. (2021). The role of short-chain fatty acids in the interplay between gut microbiota and diet in cardio-metabolic health. *Gut Microbes*, *13*(1), 1-24. https://doi.org/10.1080/19490976.2021.1897212

Pussinen, P. J., Havulinna, A. S., Lehto, M., Sundvall, J., & Salomaa, V. (2011). Endotoxemia is associated with an increased risk of incident diabetes. *Diabetes care*, *34*(2), 392-397.

Rios-Covian, D., González, S., Nogacka, A. M., Arboleya, S., Salazar, N., Gueimonde, M., & de Los Reyes-Gavilán, C. G. (2020). An overview on fecal branched short-chain fatty acids along human life and as related with body mass index: associated dietary and anthropometric factors. *Frontiers in microbiology*, *11*, 973.

Romo, E. Z., Hong, B. V., Agus, J. K., Jin, Y., Kang, J. W., & Zivkovic, A. M. (2025). A low-dose prebiotic fiber supplement reduces lipopolysaccharide-binding protein concentrations in a subgroup of young, healthy adults consuming low-fiber diets. *Nutrition Research*, *133*, 138-147.

Usuda, H., Okamoto, T., & Wada, K. (2021). Leaky gut: effect of dietary fiber and fats on microbiome and intestinal barrier. *International journal of molecular sciences*, *22*(14), 7613.

Zhao, L., Zhang, F., Ding, X., Wu, G., Lam, Y. Y., Wang, X., Fu, H., Xue, X., Lu, C., & Ma, J. (2018). Gut bacteria selectively promoted by dietary fibers alleviate type 2 diabetes. *Science*, *359*(6380), 1151-1156.

EFFECT OF PLANT-BASED ADDITIVES ON THE STORAGE STABILITY OF WHOLE WHEAT FLOUR

Yeşim BEDİR
Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering, Erzurum, Türkiye
ORCID: 0000-0003-4756-7269
Mehmet Murat KARAOĞLU
Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering, Erzurum, Türkiye
ORCID: 0000-0002-9919-8824

ABSTRACT

This study investigated the effectiveness of natural plant-based components as an alternative to chemical additives in improving the storage stability of whole wheat flour. Specifically, the effects of adding plant-based additives exhibiting antioxidant properties on the oxidative stability of whole wheat flour were examined. The Bezostaya wheat variety was used as the material, and 100% yield whole wheat flour was obtained. Pomegranate peel, rosehip seed, and green tea were added to the whole wheat flour at concentrations of 1%, 2%, and 3%, respectively; sage was added at concentrations of 0.5%, 1%, and 1.5%. The prepared samples were subjected to accelerated storage for 30 days at 40°C and 65% relative humidity. Thiobarbituric acid (TBA) and total antioxidant capacity analyses were performed on days 0 and 30 of storage. The results showed that the addition of plant-based additives significantly slowed oxidative degradation and increased antioxidant capacity in whole wheat flour. It was determined that the addition of sage and rosehip seed extracts, in particular, led to statistically significant decreases in TBA values and significantly increased total antioxidant capacity compared to control samples ($p < 0.05$). In conclusion, it was shown that natural plant additives are effective in improving the storage stability of whole wheat flour and can be an alternative to chemical preservatives within the scope of the clean label approach.

Keywords: Whole wheat flour, storage stability, natural antioxidants, plant additives, oxidative stability

BİTKİSEL KATKI MADDELERİNİN TAM BUĞDAY UNUNUN DEPOLAMA STABİLİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ

ÖZET

Bu çalışmada, tam buğday ununun depolama stabilitesinin artırılmasına yönelik olarak kimyasal katkı maddeleri yerine doğal bitkisel bileşenlerin etkinliği araştırılmıştır. Bu kapsamda, antioksidan özellik gösteren bitkisel katkıların ilavesinin tam buğday ununun oksidatif stabilitesi üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada materyal olarak Bezostaya buğday çeşidi kullanılmış ve %100 randımanlı tam buğday unu elde edilmiştir. Tam buğday

ununa bitkisel katkı maddesi olarak seçilen nar kabuğu, kuşburnu çekirdeği ve yeşil çay %1, %2 ve %3 oranlarında; adaçayı ise %0,5, %1 ve %1,5 seviyelerinde ilave edilmiştir. Hazırlanan örnekler 40 °C sıcaklık ve %65 nispi nem koşullarında 30 gün süreyle hızlandırılmış depolamaya tabi tutulmuştur. Depolamanın 0. ve 30. günlerinde tiyobarbitürik asit (TBA) değeri ve toplam antioksidan kapasite analizleri gerçekleştirilmiştir.Elde edilen sonuçlar, bitkisel katkı ilavesinin tam buğday ununda oksidatif bozulmayı anlamlı düzeyde yavaşlattığını ve antioksidan kapasiteyi artırdığını göstermiştir. Özellikle adaçayı ve kuşburnu çekirdeği ilavesinin, kontrol örneklerine kıyasla TBA değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı düşüşlere yol açtığı ve toplam antioksidan kapasiteyi belirgin şekilde artırdığı belirlenmiştir ($p < 0,05$).Sonuç olarak, doğal bitkisel katkıların tam buğday ununun depolama stabilitesini artırmada etkili olduğu ve temiz etiket yaklaşımı kapsamında kimyasal koruyuculara alternatif oluşturabileceği ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Tam buğday unu, depolama stabilitesi, doğal antioksidanlar, bitkisel katkılar, oksidatif stabilite

1. INTRODUCTION

With the increasing association of health problems with dietary habits and the rise in living standards, consumers have become more aware and have begun to question the quality of foods and their effects on health. However, individuals have increasingly opted for healthier food items in their daily diets (Korczak and Slavin 2020). Accordingly, consumers' preferences are shifting towards low-calorie, sugar and salt-free, high-fiber, additive-free foods . In recent years, functional foods, obtained by adding various bioactive components to foods, and nutraceutical foods, containing disease-preventing and curative compounds naturally present in the food without external addition, have gained importance. Due to their superior nutritional and functional properties, easy accessibility, and affordability, cereals, especially whole-grain products, hold a significant place among these foods. Cereals and cereal products constitute an important food group in terms of nutrition due to the vitamins, minerals, carbohydrates (such as starch, cellulose, pentosans, and dietary fiber), and other nutrients they contain, and are widely consumed in daily diets (Gómez et al. 2020). Cereals are important both in terms of their high consumption and their share in the economy, and their nutritional content has an impact on human health. As the demand for healthier products increases every day, the use of whole grain flours, especially wheat, has increased in the production of many different products such as bread, biscuits, and breakfast cereals (Nkurikiye et al. 2023).

Wheat, also called mankind's ancient friend, has played an important role in human nutrition since the earliest times of history, and a large majority of daily calorie needs are met by wheat-based products (Igrejas and Branlard 2020). The wheat grain mainly consists of layers called bran (13%), germ (2%), and floury endosperm (85%) (Du et al. 2023; Indore et al. 2023). The husk (bran) of the wheat grain is rich in dietary fiber and minerals, while the germ is rich in protein, fat, vitamins, and phytochemical components. In particular, the essential fatty acids, antioxidants, phenolic compounds, phytoestrogens, and vitamins (B and E) found in the germ are very important in healthy nutrition. Due to the low storage stability of whole wheat flour and to improve the technological quality of the resulting products, refining is carried out during the milling of wheat; The husk, germ, and aleuron layers are removed, yielding white flour consisting mostly of the starchy endosperm. The starchy endosperm forms the basis of flour in milling, primarily serving as a starch reservoir and, secondly, containing significant levels of gluten protein (İlerigiden et al. 2020). In today's refining-focused milling technology, significant nutritional and functional substance losses occur when white flour, consisting mostly of the endosperm, is produced to meet market needs (İlerigiden et al. 2020; Borrelli et al. 2023).

Whole wheat flour, containing all grain components, possesses superior nutritional properties. However, due to its high fat and enzyme content (oxidative and hydrolytic), enzymatic reactions accelerate after milling, especially in the husk and germ, causing a rancid taste in the flour in a short time, and this reduces the storage stability of the resulting whole wheat flour (Sun et al. 2023). In addition, due to the composition of the husk and germ parts in whole flours, spoilage reactions occur more quickly, a rancid taste develops in the flour, and even insect infestations occur. Whole flours, especially due to the bran part, are difficult to process dough, bread produced from these flours has a lower volume, a darker color, and a shorter shelf life. These negative aspects are making the market focused on white flour (Li et al. 2023; Meng et al. 2023; Pavlovich-Abril 2023).

In recent years, the increasing understanding of the importance of whole grains and the increase in demand for whole grain products have intensified research in this area. Research studies are investigating various stabilization methods to extend the storage life of whole wheat flour and improve the nutritional quality of the final product. A literature review reveals that studies aimed at improving the storage stability of whole wheat flour have investigated various stabilization methods, including baking, dry heat treatment, roasting, autoclaving, infrared

heating, microwave applications, and treatment with antioxidant agents. However, it has been observed that most research aimed at improving storage stability focuses solely on germ or bran stabilization. In recent years, consumers have been considering not only the taste and nutritional content of foods but also their functional benefits and the health effects of the substances in food composition. Individuals perceive the use of chemical additives that extend shelf life in foods as a departure from nature. Therefore, interest in scientific studies focusing on the use of natural methods and additives, rather than chemical preservatives, to improve the storage stability of whole wheat flour is increasing day by day.

Fruit seeds, peels, and plant waste, which are byproducts of the food industry, have significant environmental and economic potential due to their high phytochemical content. These components can be utilized as natural additives in the food, feed, cosmetics, and pharmaceutical industries (Erdoğan et al., 2022).

Green tea (*Camellia sinensis*), particularly rich in catechins (EGCG, EGC, ECG), exhibits strong antioxidant properties. Literature reports that green tea polyphenols suppress lipid oxidation, extend shelf life, and demonstrate similar or higher efficacy than synthetic antioxidants (BHA, TBHQ) (Gümüş-Bonacina, 2022).

Sage (*Salvia officinalis*) contains phenolic compounds such as carnosic acid, carnosol, and rosmarinic acid, possessing strong antioxidant and antimicrobial effects. Sage has been reported to inhibit lipid peroxidation and, in some studies, has shown higher activity than synthetic antioxidants (Martins et al., 2015).

Rosehip seeds (*Rosa canina L.)* are notable for their high fiber, fat, and tocopherol content. Particularly due to their unsaturated fatty acid and vitamin E content, they exhibit high oxidative stability and resistance to taste and aroma deterioration (Mannozzi et al., 2020).

Pomegranate peel (*Punica granatum*) is a byproduct rich in ellagitannins, flavonoids, and tannins. Possessing strong antioxidant and antimicrobial properties, pomegranate peel is considered a natural antioxidant due to its inhibitory effect on lipid oxidation (Chen et al., 2020).

In general, these plant-based additives, thanks to their phenolic compounds, slow down lipid oxidation by scavenging free radicals and offer promising natural alternatives for improving the storage stability of oxidation-sensitive products such as whole wheat flour (Erdoğan et al., 2022). In this study, the effect of adding natural plant-based additives with antioxidant properties to whole wheat flour on its storage stability was investigated.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Materials

In this study, medium-strength Bezostaya wheat variety was obtained from the market for use in whole wheat flour production. Sage and green tea were obtained fresh from the market as plant additives. Pomegranate peel was obtained from the market in season, peeled, dried, and stored in a deep freezer (-18 °C) until the time of analysis. Similarly, rosehip was obtained from the rural market in season, dried, its seeds were removed, and it was ground fresh and passed through a flour sieve just before being added to the flour.

2.2. Method

The wheat (bezostaya) sample used in the study was milled in a Bühler type (Buhler, Switzerland) laboratory mill. To obtain whole wheat flour, the bran fractions separated during the milling process were finely ground and added back to the white flour, ensuring 100% yield whole wheat flour. Subsequently, plant additives such as pomegranate peel, rosehip seed, and green tea at levels of 1%, 2%, and 3%, and sage at levels of 0.5%, 1%, and 1.5% were added to the whole wheat flour, and accelerated storage was carried out for 30 days at 40 °C and 65% relative humidity. TBA and antioxidant capacity analyses were performed on days 0 and 30 of storage to determine the additives that gave the best results in terms of antioxidant effect and their most effective levels.

2.2.1. Determination of Thiobarbituric Acid (TBA) Value

The TBA value was determined using the method developed by Tarladgis et al. (1962) and modified by Lemon (1975). Briefly, 1 g of sample was homogenized with 6 mL of trichloroacetic acid (TCA) solution using an Ultra-Turrax homogenizer. The homogenate was then filtered through filter paper. An equal volume of TBA solution was added to the filtrate, and the mixture was incubated in a boiling water bath for 45 min. After cooling, the samples were centrifuged at 3000 rpm for 10 min. The absorbance of the resulting supernatant was measured at 532 nm using a spectrophotometer. The results were expressed as μmol malondialdehyde (MDA) per kg sample.

2.2.2. Determination of Total Phenolic Content

The total phenolic content was determined using the Folin–Ciocalteu method. Whole wheat flour samples (200 mg) were mixed with acidified methanol, and the phenolic compounds were extracted by shaking in a water bath at 250 rpm for 2.5 h. Following extraction, the samples were centrifuged at 3000 rpm for 10 min, and the resulting supernatant was used for the

determination of total phenolic content. The results were expressed as gallic acid equivalents (GAE) (Gao et al., 2002).

2.2.3. Determination of Antioxidant Activity

Whole wheat flour samples (200 mg) were extracted with methanol by shaking in a water bath for 2.5 h. Following extraction, the mixture was centrifuged at 3000 rpm for 10 min, and the obtained supernatant was used to determine antioxidant activity using the DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) free radical scavenging assay. The results were expressed as percentage inhibition (%) (Beta et al., 2005).

2.2.4. Statistical Analyses

The data obtained in the analyses were processed using the SPSS (SPSS for Windows Release 10.0.1, 1999) software package. Analysis of variance was performed on the samples, and the means of the sources of variation were compared using the Duncan Multiple Comparison Test.

3.RESULTS AND DISCUSSION

In this study, the averages of the Thiobarbituric Acid (TBA) value, total phenolic content (TPC), and antioxidant activity analyses performed on days 0 and 30 of storage are given in Table 1, the variance analysis results are given in Table 2, and the additive type x additive level interaction for the TBA analysis is given in Figure 1.

Table 1. Averages of TPC, Antioxidant Activity and TBA Analyses Performed on Whole Wheat Flour with Different Levels of Added Plant Additives During Storage.

Sample	Level (%)	Storage Time (days)	TPC (mgGAE/100g)	Antioxidant Activity(%)	TBA (µmol m.a/ Kg)
Control	-	0	191,120	51,015	11,560
		30	69,725	20,185	25,096
Pomegranate Peel	1	0	238,880	50,487	12,444
		30	91,140	25,630	25,988
	2	0	259,160	55,864	12,376
		30	118,455	30,530	25,904
	3	0	265,535	61,270	17,133
		30	144,310	43,475	30,668
Green Tea	1	0	244,160	53,790	11,628
		30	124,865	30,380	25,130
	2	0	267,980	60,465	11,016
		30	142,950	39,550	24,548
	3	0	295,340	65,425	11,220
		30	175,230	45,310	24,007
Rosehip Seed	1	0	207,525	53,475	11,860
		30	77,025	25,210	23,356
	2	0	232,625	62,865	11,420
		30	88,056	38,755	21,506
	3	0	287,525	66,049	11,152
		30	167,975	46,310	21,508
	0,5	0	265,050	60,304	10,650
		30	138,620	45,061	22,706

Sage	1	0	300,507	68,209	10,190
		30	151,928	55,864	21,080
	1,5	0	315,055	79,674	10,126
		30	199,735	57,530	20,012

Table 2. Variance Analysis Results of TPC, Antioxidant Activity and TBA Analyses Performed on Whole Wheat Flour with Different Levels of Added Plant Additives During Storage.

Parameters	**TPC (mgGAE/100g)**			**DPPH (%)**			**TBA (µmol m.a /Kg)**		
	df	MS	F	df	MS	F	df	MS	F
Storage Time (A)	1	261282,62	10297353,283**	1	8911,00	32816,072**	1	2483,57	11696823,50**
Additive Level (B)	3	28487,19	1122702,605**	3	1545,88	5692,959**	3	3,75	17673,81**
Additive Type (C)	3	4830,31	190366,542**	3	456,46	1680,987**	3	41,26	194316,47**
AxB	3	359,79	14179,822**	3	99,45	366,244**	3	2,76	12986,49**
AxC	3	88,47	3486,844**	3	23,72	87,387**	3	5,17	24332,71**
BxC	9	923,20	36384,048**	9	56,41	207,760**	9	11,47	53994,92**
AxBxC	9	56,85	2240,811**	9	14,75	54,336**	9	0,77	3620,06**
Hata	32	0,025	-	32	0,272	-	32	0, 000	-

**Significant at the p<0.01 level

As shown in Table 2, storage time (A), additive level (B), additive type (C), and the interactions AxB, AxC, BxC, and AxBxC were found to have a statistically significant effect (p<0.01) on TPC, DPPH, and TBA values.

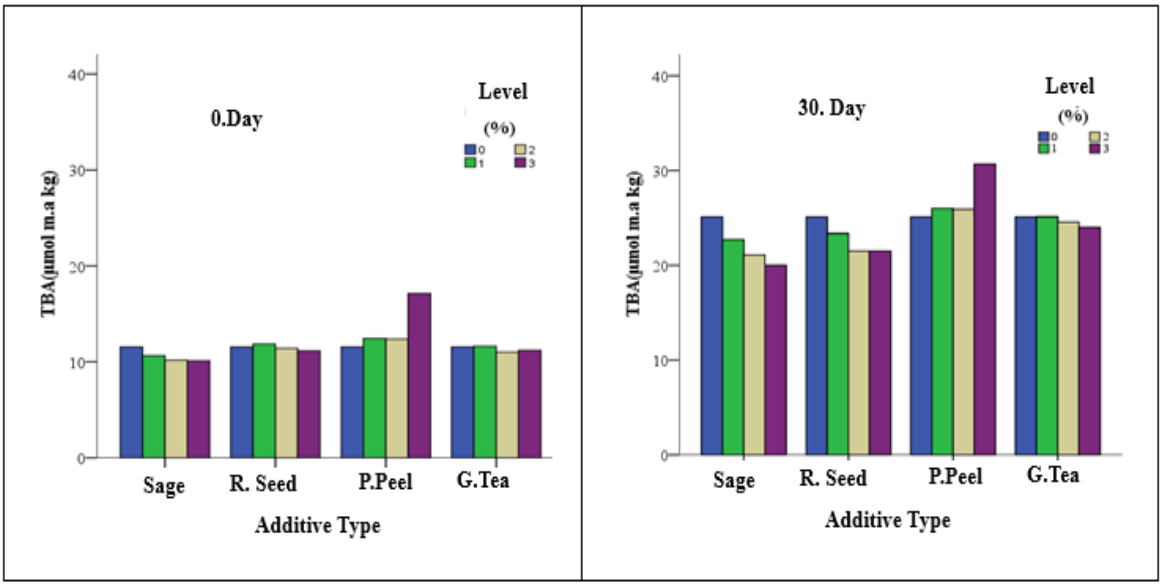


Fig. 1. Interaction of additive level x additive type for TBA analyses of whole wheat flour with different levels of added plant additives on day 0 and day 30.

Whole wheat flour is prone to spoilage due to its composition. The main cause of this spoilage is changes in lipids. During the storage of whole wheat flour, hydrolytic and oxidative degradation reactions occur in lipids. This degradation begins hydrolytically and continues oxidatively, leading to a decrease in flour quality (Heinio et al. 2002; Sun et al. 2023). TBA analysis is a method used to measure oxidative deterioration (Sutar et al. 2021). An increase in TBA numbers indicates an increase in the level of spoilage and points to the accumulation of short carbon chain products in the environment. These products cause undesirable rancid taste and aroma defects in the flour. According to the data obtained, at the end of 30 days, samples containing sage, rosehip seed, and green tea had lower TBA values than the control sample at all levels, while samples containing pomegranate peel had higher values than the control sample (Figure 1). When the data in Table 1-2 are examined, it is seen that the addition of plant-based additives to whole wheat flour increased the total phenolic content and antioxidant capacity of the flours. The presence of antioxidant substances in flours can reduce the oxidation rate by eliminating some peroxyl radicals. After rapid storage of whole wheat flour, the total phenolic content (TPC) of samples with added plant-based additives such as green tea, rosehip seed, and sage was determined to be lower than that of the control sample without plant-based additives. This may be due to the inhibitory effect of the antioxidant components in the additives on the oxidation occurring in the flour.

4.CONCLUSIONS

In conclusion, natural plant-based additives, particularly sage and rosehip seed, were found to be promising for the storage stability of whole wheat flour.

REFERENCES

Beta, T., Nam, S., Dexter, J. E., Sapirstein, H. D. 2005. Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions. Cereal Chemistry, 82, 390-393.

Borrelli, G. M., Menga, V., Giovanniello, V., Ficco, D. B. M. 2023. Antioxidants and Phenolic Acid Composition of Wholemeal and Refined-Flour, and Related Biscuits in Old and Modern Cultivars Belonging to Three Cereal Species. Foods, 12(13), 2551.

Chen, J., Liao, C., Ouyang, X., Kahramanoğlu, I., Gan, Y., Li, M., 2020. Antimicrobial activity of pomegranate peel and its applications on food preservation. Journal of Food Quality, 2020, 1-8.

Du, Y., Dai, Z., Hong, T., Bi, Q., Fan, H., Xu, X., Xu, D., 2023. Effect of sourdough on the quality of whole wheat fresh noodles fermented with exopolysaccharide lactic acid bacteria. Food Research International, 113108.

Erdoğan, S. L., Tekgül, Y., Koç, G. Ç., 2022. Farklı meyve çekirdekleri yağlarının keklerin kalite karakteristikleri üzerine etkisi. International Journal of Pure and Applied Sciences, 8(2), 342-350.

Gao, L., Wang, S., Oomah, B.D., Mazza, G., 2002. Wheat Quality: Antioxidant Activity of Wheat Millstreams, in: Wheat Quality Elucidation. eds. P. Ng and C. W.Wrigley, AACC International: St. Paul. MN., 219-233.

Gómez, M., Gutkoski, L. C., & Bravo-Núñez, Á. (2020). Understanding whole-wheat flour and its effect in breads: A review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 19(6), 3241-3265.

Gümüş-Bonacina, C. E., 2022. Yeşil Çay Ekstraktının Ayçiçek, Soya Ve Fındık Yağında Doğal Antioksidan Olarak Kullanımının Oksidatif Stabilite Üzerine Etkisinin Kinetik Ve Termodinamik Çalışmalarla Değerlendirilmesi. Gıda, 47(3), 502-517.

Heiniö, R. L., Lehtinen, P., Oksman-Caldentey, K. M., Poutanen, K., 2002. Differences between sensory profiles and development of rancidity during long-term storage of native and processed oat. Cereal Chemistry, 79(3), 367-375.

Igrejas, G., Branlard, G., 2020. The importance of wheat. Wheat quality for improving processing and human health, 1-7.

Indore, N. S., Karunakaran, C., Jayas, D. S., Bondici, V. F., Vu, M., Tu, K., Muir, D.,2023. Mapping biochemical and nutritional changes in durum wheat due to spoilage during storage. Heliyon.

İlerigiden B.N., Ertaş N., Türker S., Aydın M., Eyiz V. 2020. Tam Buğday Unundan Ekşi Hamur Yöntemi ile Simit Üretimi Üzerine Bir Araştırma.Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 2(1): 1-8.

Korczak, R., Slavin, J. L., 2020. Definitions, regulations, and new frontiers for dietary fiber and whole grains. Nutrition reviews, 78 (Supplement_1), 6-12.

Lemon, D.W., 1975. An Improved TBA Test for Rancidty New Series Circular. No:51.

Li, C., Wu, W., Tilley, M., Chen, R., Li, Y. 2023. Unraveling the Influence of Wheat Bran Chemical Composition, Lipolytic Enzyme Activities, and Phenolic Components on the Bread-Making Properties of Reconstituted Whole Wheat Flours. ACS Food Science Technology, 3(10), 1728-1735.

Mannozzi, C., Foligni, R., Scalise, A., Mozzon, M., 2020. Characterization of lipid substances of rose hip seeds as a potential source of functional components: A review. Italian Journal of Food Science, 32(4).

Martins, N., Barros, L., Santos-Buelga, C., Henriques, M., Silva, S., Ferreira, I. C., 2015. Evaluation of bioactive properties and phenolic compounds in different extracts prepared from Salvia officinalis L. Food chemistry, 170, 378-385.

Meng, X., Li, T., Zhao, J., Fan, M., Qian, H., Li, Y., Wang, L. 2023. Effects of different bran pretreatments on rheological and functional properties of triticale whole-wheat flour. Food and Bioprocess Technology, 16(3), 576-588.

Nkurikiye, E., Xiao, R., Tilley, M., Siliveru, K., Li, Y., 2023. Bread-making properties of different pulse flours in composites with refined wheat flour. Journal of Texture Studies, 54(2), 311-322.

Pavlovich-Abril, A., 2023. Perspective Chapter: Biaxial Extensional Viscosity in Wheat Doughs– Effect of the Use of Xylanases. In Advances in Rheology of Materials. IntechOpen.

Sun, Y., Ji, X., Yao, Y., Li, H., 2023. Effect of low temperature microwave treatment on lipid stability and antioxidant capacity of whole wheat flour. LWT, 182, 114854.

Sutar, S. A., Thirumdas, R., Chaudhari, B. B., Deshmukh, R. R., Annapure, U. S., 2021. Effect of cold plasma on insect infestation and keeping quality of stored wheat flour. Journal of Stored Products Research, 92, 101774.

Tarladgis, B.G., Pearson, A.M. and Dugan, L., Jr., 1962. The Chemistry of the 2- Thiobarbituric acid test for the determination of oxidative rancidity in foods, I. some important side reactions. Journal of American Oil Chemistry Society, 39, 34-39.

İKLİM KRİZİ VE KAMU POLİTİKALARI

Dr. Öğr. Üyesi Cevriye Yüksel YILDIRIM
Balıkesir Üniversitesi, Burhaniye Meslek Yüksekokulu, Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Bölümü, Burhaniye, Balıkesir.
ORCID: 0000-0001-5048-6502
Prof. Dr. Hasan Hüseyin YILDIRIM
Balıkesir Üniversitesi, Burhaniye Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Finans ve Bankacılık Bölümü Burhaniye, Balıkesir
ORCID: 0000-0002-5840-8418

ÖZET

Dünyada iklim krizi, çevresel bir sorun olmasının yanında ekonomik istikrarı, kamu maliyesini ve sosyal refahı doğrudan etkileyen çok boyutlu bir küresel risk alanı olarak öne çıkmaktadır. Artan sera gazı emisyonları, aşırı hava olayları, doğal kaynakların bozulması ve iklim kaynaklı afetler; üretim süreçleri, kamu harcamaları ve gelir yapıları üzerinde önemli baskılar oluşturmaktadır. Bu durum, iklim krizinin etkin biçimde yönetilmesini kamu politikalarının temel önceliklerinden biri hâline getirmiştir. Bu bağlamda kamu maliyesi politikası araçları kullanımı artmaktadır. Bu bildirinin amacı, iklim kriziyle mücadelede kamu politikalarının rolünü kavramsal bir çerçevede ele almak ve başlıca politika araçlarını değerlendirmektir. Çalışmada karbon vergisi ve emisyon ticaret sistemi gibi fiyat temelli araçlar, yeşil kamu harcamaları ve teşvik mekanizmaları, düzenleyici politikalar ile uyum (adaptasyon) politikaları kamu maliyesi perspektifinden incelenmektedir. Ayrıca, iklim politikalarının bütçe dengesi, gelir dağılımı ve sürdürülebilir büyüme üzerindeki olası etkileri tartışılmaktadır. Sonuç olarak, iklim kriziyle mücadelede tek başına bir politika aracının yeterli olmadığı, etkili ve adil bir dönüşüm için bütüncül bir kamu politikası karmasına ihtiyaç duyulduğu vurgulanmaktadır. Bu bağlamda, çevresel hedeflerle ekonomik ve sosyal hedefleri birlikte gözeten, uzun vadeli ve kurumsal kapasiteye dayalı kamu politikalarının önemi ön plana çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: İklim Krizi, Kamu Maliyesi, Maliye Politikası Araçları

CLIMATE CRISIS AND PUBLIC POLICIES

ABSTRACT

Globally, the climate crisis stands out not only as an environmental problem but also as a multifaceted global risk area directly affecting economic stability, public finances, and social welfare. Increased greenhouse gas emissions, extreme weather events, degradation of natural resources, and climate-related disasters place significant pressure on production processes, public spending, and income structures. This situation has made the effective management of

the climate crisis a fundamental priority for public policies. In this context, the use of public finance policy tools is increasing.The aim of this paper is to address the role of public policies in combating the climate crisis within a conceptual framework and to evaluate the main policy tools. The study examines price-based tools such as carbon taxes and emissions trading systems, green public spending and incentive mechanisms, regulatory policies, and adaptation policies from a public finance perspective. Furthermore, the potential impacts of climate policies on budget balance, income distribution, and sustainable growth are discussed. In conclusion, it is emphasized that no single policy tool is sufficient in combating the climate crisis; a holistic mix of public policies is needed for an effective and equitable transition. In this context, the importance of long-term, institutionally capacity-based public policies that consider environmental, economic, and social goals together is highlighted.

Keywords: Climate Crisis, Public Finance, Fiscal Policy Tools

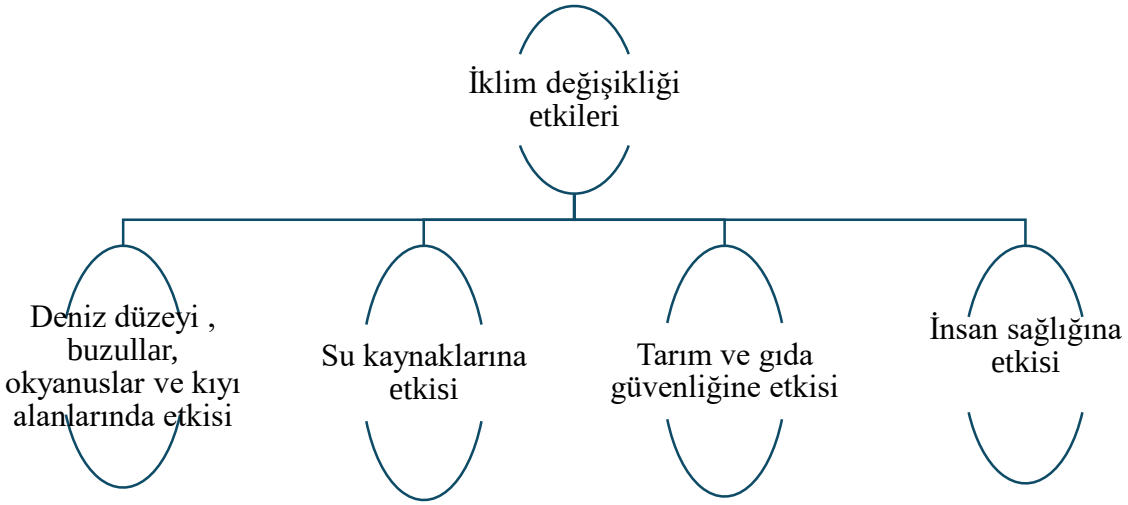
1. GİRİŞ

Sanayi devriminden bugüne yoğun olarak fosil yakıtların kullanılması sonucunda atmosfere salınan emisyonların oranları, yerkürenin ikliminin doğal döngüsünde ve gelişiminde büyük değişimler oluşturmuştur. bilhassa karbondioksit gazında meydana gelen artışlar atmosferde sera etkisine neden olmaktadır (Mazı,2004:147). Atmosferde 19. yüzyıldan itibaren kömür ve petrol gibi fosil yakıtları ana enerji kaynağı olarak kullanılması sonucunda sera gazlarının oranı artmaya başlamıştır. Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli 2023 yılında yayınladığı raporunda yer alan bilgilere göre küresel yüzey sıcaklığı son 2 yılda görülmedik şekilde artmaya başlamıştır (IPCC, 2023, s.4). Küresel sıcaklıkların artış ise buzullarda erimeye, okyanus akıntılarında vb. değişmelere neden olmaktadır. Söz konusu bu değişiklikler ise dünyada kuraklık, ani yağışlar, seller, fırtınalar yangınlar gibi iklimsel değişikliklere sebep olmaktadır. Aynı zamanda yaşanan iklimsel krizler ülkelerin sosyoekonomik ve politik kırgınlıkları ile de birleşerek küresel çapta krize neden olmaktadır. İklim değişikliği ve sonuçları ile ilgili yapılan araştırmalara göre dünyada 3,3 -3,6 milyar insanın iklim krizine bağlantılı olarak kırılgan yaşam sürdükleri ve özellikle az gelişmiş ülkelerde temiz suya erişim ve gıda güvensizliği yaşadığı ortaya koyulmaktadır (IPCC, 2023:5). Yine daha düşük gelirli bireylerin iklim krizi etkilerinden daha fazla etkilendiği açıktır. Kısacası iklim krizi ekosistemde biyoçeşitlilik kaybı, salgın hastalıklara ve ölümlere yol açmaktadır ve önlem alınmazsa dahada artacağı öngörülmektedir (IPCC, 2023:15). Dolayısıyla iklim değişikliği gerek kamu gerekse özel sektörü, kişileri, canlıları ve toplumu etkileyebilmektedir. Bu bağlamda iklim değişikliği ulusal

ve uluslararası toplumun en önemli gündem maddelerinden biri olmuştur. İklim değişikliği sadece belirli bölgeleri veya ülkeleri değil dünyanın tamamını etkileyen bir durum olması nedeniyle her hükümetin kendine özgün ekonomik, siyasi ve sosyo-kültürel olarak ele alarak önlem alması gerekmektedir. Bu bağlamda iklim değişikliğiyle mücadelede devletler farklı maliye politikaları uygulamaktadır.

2. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE UYGULANAN POLİTİKALAR

İklim değişikliğine yol açan sera gazları esas olarak fosil yakıtların yanması, sanayi, ulaştırma, katı atık yönetimi ve tarımsal etkinliklerden oluşmaktadır (United Nations,2001:132). İklim değişikliğinin nedenleri başlıca iki grupta incelenebilir. Birinci grupta sera gazları ikinci grupta ise sera gazı dışındaki etkenler vardır. dünyada tüm canlıların yaşam biçimleri için vazgeçilmez bir ortam olan atmosfer farklı birçok gazın birleşiminden oluşmaktadır. Atmosferde bulunan ana gazlar azot, oksijen ve daha az miktarda olsa da 3. önemli gaz karbondioksittir. Atmosferde az birikimi olsa da çok sayıda öteki gazlar mevcuttur (Türkeş,2000:9). Karbondioksit iklim değişikliğine neden olan sera etkisinin büyük çoğunluğundan sorumludur. Söz konusu gaz atmosferde doğal olarak oluşur fakat fosil yakıtlarla birlikte atmosferde büyük artışlar olmuştur. Sera gazından farklı olarak iklim değişikliğine dene olan diğer unsurlar ise orman yangınları, enerji santralleri vb. unsurlardan dolayı ortaya çıkan sülfür dioksitlerden kaynaklanmaktadır.

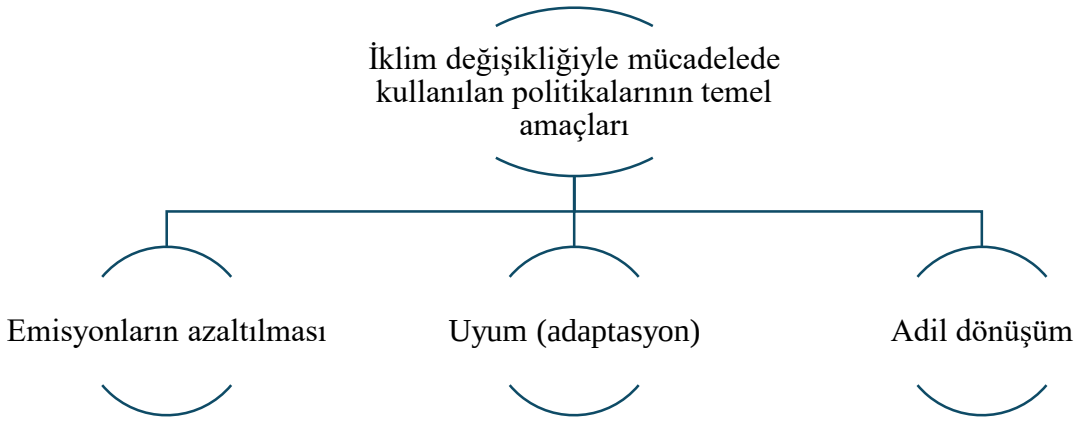


Şekil 17: İklim Değişikliğinin Etkileri

Şekil 1'de iklim değişikliğinin hangi alanlarda olacağına yer verilmiştir. İklim değişikliği buzulların erimesi neticesinde okyanuslar, kıyı alanlarına etkisi ve deniz düzeyine etki

etmektedir. aynı zamanda kuraklık vb. nedenleriyle şu kaynaklarına olumsuz etkisi olmaktadır. kuraklık beraberinde ise tarım ürünlerinin etkilenmesi ve nihayetinde insan sağlığını etkilemektedir. Günümüzde yaşanan birçok felaketin geri planında iklim değişikliği yer almaktadır. Zira iklim değişikliği buzulların erimesinden, su kaynaklarının azalması, kuraklık, fırtına sel gibi birçok alana neden olmaktadır. dolayısıyla ister gelişmiş ister gelişmekte olsun bütün ülkelerin önlem almalarının zorunluluğunu getirmiştir.

Devlet tarafından benimsenip, uygulanan eylemler kamu politikasını ifade eder. Kamu politikasında amaç toplulukları etkileyen kararların hazırlanması ve uygulanmasıdır (Levander, 2009: 66). İklim değişikliğinde devletlerin uygulayacağı kamu politikaları kamu harcamaları, vergiler ve teşvikler çevreye zarar veren iktisadi uygulamaların caydırılması ve yeşil ekonomiye dair adımların atılması şeklindedir (Gramkow, 2020, s. 9). Genel olarak devletlerin maliye politikası olarak kullandıkları vergiler, teşvikler ve kamu harcamaları, bütçe tahsisleri gibi mali araçlar çevresel amaçlar ekseninde gelir elde etmek, faaliyetlerde düşük karbon emisyon faaliyetlerine katkı vermek ve çevresel dışsallıkları fiyatlandırarak yeşil yatırımları desteklemek için kullanılabilir (Dulal vd., 2015, s. 63).



Şekil 18: İklim değişikliğiyle mücadelede kullanılan politikalarının temel amaçları

İklim değişikliğiyle mücadelede kullanılan politikalarının temel amaçları şekil 2'de yer almaktadır. Söz konusu şekilde kullanılan politikaların temel amaçlarının açıklamaları aşağıda yer almaktadır:

- **Emisyonların azaltılması:** Sera gazı salımlarını düşürerek iklim değişikliğinin hızını yavaşlatmak.
- **Uyum (adaptasyon):** Kaçınılmaz iklim etkilerine karşı altyapı, tarım ve şehirleri dayanıklı hâle getirmek.
- **Adil dönüşüm:** Düşük karbonlu ekonomiye geçişte gelir dağılımı ve istihdam üzerindeki olumsuz etkileri sınırlamak.

İklim değişikliğiyle mücadelede uygulanan politikalar, sera gazı emisyonlarının azaltılması (mitigasyon) ve iklim değişikliğinin kaçınılmaz etkilerine uyum (adaptasyon) olmak üzere iki temel eksen etrafında şekillenmektedir. Bu politikalar; mali, düzenleyici, teknolojik ve kurumsal araçların birlikte kullanıldığı çok katmanlı bir politika seti olarak karşımıza çıkmaktadır.

Sera gazı emisyonları azaltımı politikaları, iklim değişikliğinin temel nedeni olan sera gazı emisyonlarını sınırlamayı amaçlamaktadır. Bu bağlamda öne çıkan başlıca araçlar şunlardır: karbon fiyatlandırılması, yenilenebilir enerji politikaları ve enerji verimliliği önlemleridir. Karbon fiyatlandırması, karbon vergileri ve emisyon ticaret sistemleri, karbon salımına ekonomik bir maliyet yükleyerek kirleten faaliyetleri caydırmayı hedefler. Sera gazı azaltımı politikasının küresel düzeydeki en önemli çerçevelerinden birini Paris Anlaşması oluşturmaktadır. Antlaşmada ülkelerin ulusal katkı beyanları (NDC) yoluyla emisyon azaltım taahhütlerini içermektedir. Avrupa'da ise AB Emisyon Ticaret Sistemi (EU ETS), piyasa temelli araçların en gelişmiş örneklerinden biridir. Yenilenebilir enerji politikaları ise güneş, rüzgâr, hidroelektrik ve biyokütle gibi temiz enerji kaynaklarının teşviki olup aynı zamanda alım garantileri, yatırım sübvansiyonları ve vergi indirimleri yoluyla desteklenmektedir. Bu politikalar enerji arz güvenliğini güçlendirirken karbon yoğunluğunu azaltmaktadır. enerji verimliliği önlemleri ise, binalar, sanayi ve ulaşım sektörlerinde enerji tasarrufunu teşvik eden standartlar ve düzenlemeler, düşük maliyetli ancak yüksek etkili azaltım araçları arasında yer almaktadır.

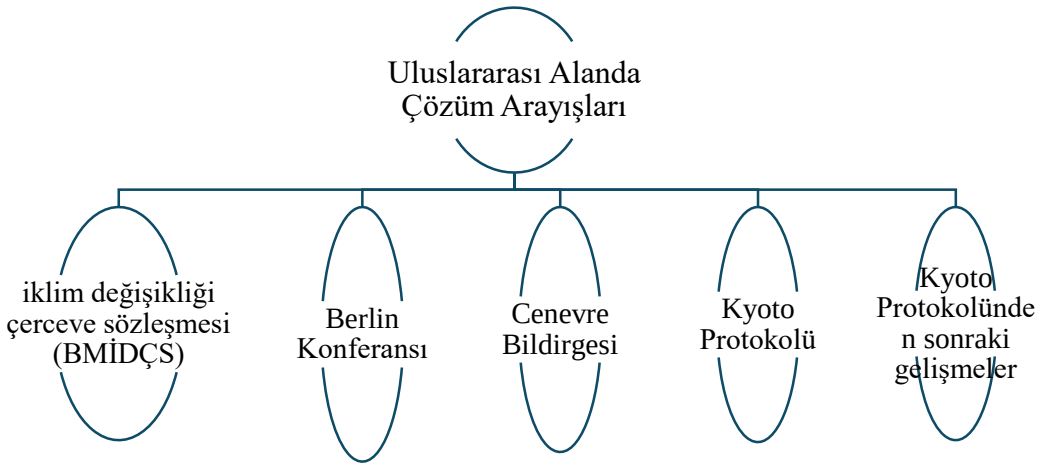
Adaptasyon politikaları ise; iklim değişikliğinin kaçınılmaz sonuçlarına karşı ekonomik ve sosyal sistemlerin dayanıklılığını artırmayı hedeflemektedir. Bu politikalar özellikle gelişmekte olan ülkeler için kritik öneme sahiptir. Afet risk yönetimi ise; sel, kuraklık ve aşırı hava olaylarına karşı erken uyarı sistemleri, altyapı yatırımları ve sigorta mekanizmaları uyum politikalarının temel birleşiminden oluşmaktadır. Tarım ve su yönetimi politikalar uygulamaları

ise; iklime dayanıklı tarım uygulamaları, suyun etkin kullanımı ve gıda güvenliğini korumaya yönelik kamu müdahaleleri, iklim değişikliğinin sosyal etkilerini azaltmayı amaçlamaktadır. Kentsel uyum politikaları olarak ise; yeşil alanların artırılması, sürdürülebilir ulaşım ve iklim dirençli şehir planlaması, artan kentleşme baskısı altında önemli bir politika alanı hâline gelmiştir.

İklim değişikliğiyle mücadelede ulusal politikaların yanı sıra uluslararası iş birliği de belirleyici bir rol oynamaktadır. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) çatısı altında yürütülen süreçler, bilgi paylaşımı, finansman ve teknoloji transferi açısından ülkeler arasında koordinasyonu güçlendirmektedir.

Devletler iklim değişikliğinde uygulayacakları maliye politikasını kullandıkları bazı politika araçları ile gerçekleştirmektedirler. Söz konusu başlıca politika araçları ise: mali araçlar**,** karbon vergisi ve emisyon ticaret sistemleri (ets),yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği için teşvikler, sübvansiyonlar, yeşil yatırımlar için kamu harcamaları ve yeşil tahviller, düzenleyici araçlar, emisyon standartları ve performans limitleri, binalar, ulaşım ve sanayide enerji verimliliği düzenlemeleri, piyasa ve bilgi temelli araçlar, yeşil etiketleme, karbon ayak izi raporlaması ve sürdürülebilir finans ve ESG raporlama çerçeveleri olarak sayılabilir.

Küresel iklim değişikliği konusunda ulusal alanda atılan adımların yanında uluslararası alanda atılan adımlarda mevcuttur. Bu bağlamda küresel iklim politikalarına yön veren, amaç ve ilkeleri belirleyen uygulamalar: BMİDÇS, Kyoto protokolü ve Paris iklim anlaşmasıdır. (Mazlum 2019, 7).

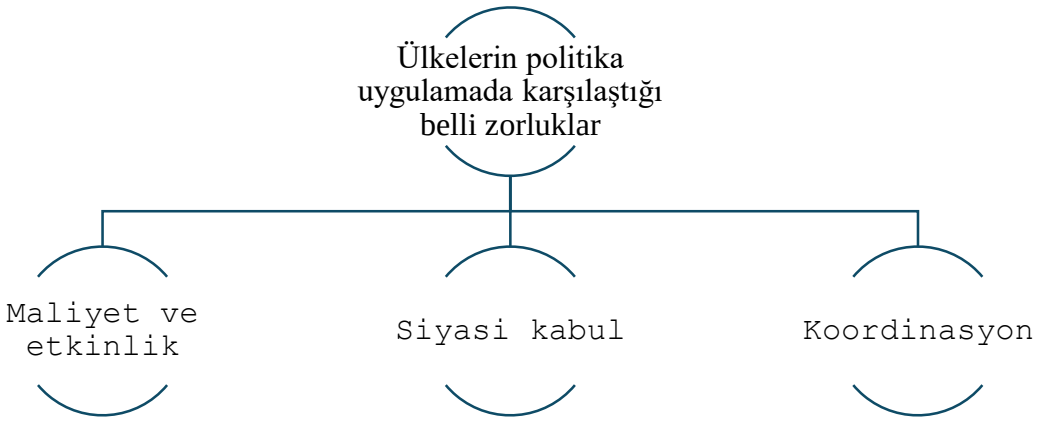


Şekil 19: Uluslararası Alanda Çözüm Arayışları

İklim değişikliği çerçeve sözleşmesi 21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Sözleşmenin

2. maddesine göre amacı atmosferdeki sera gazı birikimlerini iklim ve insan üzerindeki etkilerini önleyebilecek düzeyde durdurmayı başarmaktır. İlk iklim sözleşmesi olma özelliğini sahip olan BMİDÇS, iklim değişikliği mücadelesinde ilk somut adım olma niteliği taşımaktadır (Pınarcıoğlu 2018, 215). Bu özelliğine ilave olarak sözleşme iklim değişikliğinin çözümüne yönelik bütün devletlere sorumluluk yüklemektedir (Reyhan ve Reyhan 2016,14). Sözleşmeye göre eşit, sürdürülebilir kalkınmanın desteklenmesi gerektiği gibi ilkeler yer almaktadır (Görmez 2018, 68). Kyoto Protokolü ise, BMİDÇS 'den bağlayıcılık konusunda farklılaşarak, iklim değişikliği ile mücadele etme hususunda yasal bağlayıcılığı olan ilk belge olma niteliğine sahiptir (Ediger 2014,140). İklim politikaları ulusal sınırları aşan bir nitelik taşır. Bu kapsamda Paris Anlaşması, ülkelerin emisyon azaltım hedeflerini (NDC'ler) belirleyerek küresel iş birliğini güçlendirmeyi amaçlar. Gelişmiş ülkelerin finansman ve teknoloji transferi yoluyla gelişmekte olan ülkelere destek sağlaması, politika tasarımının kritik bir unsurudur.

İklim değişikliğinde ülkelerin politika uygulamada karşılaştığı belli zorluklar söz konusu olmaktadır.



Şekil 20: Ülkelerin politika uygulamada karşılaştığı belli zorluklar

Şekil 4'de ülkelerin uygulamada karşılaştığı belli başlı zorluklara yer verilmiştir. Bu zorluklar şunlardır: maliyet–etkinlik, siyasi kabul ve koordinasyondur. Maliyet–etkinlik, karbon fiyatlamasının en düşük maliyetle emisyon azaltımı sağlaması uygulamada karşılaşılan zorluklardandır. Zira emisyon azaltımı sağlanmasında yüksek maliyetler söz konusu olmaktadır. Bu durum ise etkinlik açısından sorun teşkil etmektedir. Diğer bir unsur olan siyasi

kabul ise vergi ve fiyat artışlarına karşı toplumsal direncin söz konusu olmasıdır. Bu bağlamda karbon azaltımı için konulan vergiler toplumda tepki ile karşılanmaktadır. Siyasi otorite ise oy kaygısıyla bu vergilerden vazgeçebilmektedir. Son olarak ise koordinasyon ise, enerji, ulaştırma, tarım ve sanayi politikalarının uyumunun sağlanmasında karşılaşılan zorluklardır.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

İklim kriziyle mücadelede bütüncül ve çok araçlı kamu politikaları zorunludur. Maliye politikası, düzenlemeler ve piyasa mekanizmaları birlikte tasarlanmalı; kısa vadeli maliyetler ile uzun vadeli çevresel ve ekonomik kazanımlar dengelenmelidir. Etkin bir iklim politikası, sürdürülebilir büyüme ve toplumsal refah için stratejik bir yatırımdır.

İklim krizi, yalnızca çevresel bir sorun olmanın ötesine geçerek ekonomik istikrarı, sosyal refahı ve kamu maliyesinin sürdürülebilirliğini doğrudan etkileyen çok boyutlu bir politika alanı hâline gelmiştir. Artan küresel sıcaklıklar, aşırı hava olayları, biyolojik çeşitlilik kaybı ve doğal kaynaklar üzerindeki baskı, mevcut kalkınma modellerinin yeniden değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda, kamu politikaları iklim krizinin önlenmesi ve etkilerinin azaltılmasında merkezi bir rol üstlenmektedir.

Çalışmada ele alındığı üzere, iklim krizine yönelik kamu politikaları; maliye politikaları, çevre politikaları, enerji politikaları ve teknoloji politikaları ile bütünleşik bir yapı içerisinde ele alınmalıdır. Karbon vergileri, emisyon ticaret sistemleri, çevre dostu sübvansiyonlar ve yeşil kamu harcamaları gibi mali araçlar hem sera gazı emisyonlarının azaltılmasına hem de yeşil dönüşümün finansmanına katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte, bu politikaların sosyal adalet boyutu göz ardı edilmemeli; düşük gelirli kesimler üzerindeki olası yükler telafi edici mekanizmalarla dengelenmelidir. Ayrıca, iklim krizine karşı etkin kamu politikalarının yalnızca düzenleyici önlemlerle sınırlı kalamayacağı; teknolojik dönüşüm, yenilenebilir enerji yatırımları, enerji verimliliği uygulamaları ve dijital çözümlerle desteklenmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Kamu otoritelerinin uzun vadeli ve öngörülebilir politika çerçeveleri oluşturması, özel sektör yatırımlarını teşvik ederek yeşil finansman piyasalarının gelişimini hızlandıracaktır.

Sonuç olarak, iklim kriziyle mücadelede başarı; kısa vadeli, parçalı ve reaktif politikalardan ziyade, uzun vadeli, bütüncül ve sürdürülebilir kamu politikalarının hayata geçirilmesine bağlıdır. Ulusal düzeyde güçlü bir kurumsal yapı, uluslararası iş birliği ve toplumsal farkındalık ile desteklenen politikalar, iklim krizinin ekonomik ve sosyal maliyetlerini azaltmada belirleyici olacaktır. Bu çerçevede, iklim dostu kamu politikaları hem çevresel

sürdürülebilirliğin sağlanması hem de kapsayıcı ve dirençli bir ekonomik yapının inşası açısından vazgeçilmez bir araç olarak değerlendirilmektedir.

KAYNAKÇA

Dulal, H. B., Dulal, R., Yadav, P. K. (2015). Delivering green economy in Asia: The role of fiscal instruments. Futures(73), 61-77. https://doi.org/10.1016/j.futures.2015.08.002

Ediger, V. (2014). Küresel İklim Değişikliğinin Uluslararası İlişkiler Boyutu ve Türkiye'nin Politikaları. Mülkiye, 32 (259): 133-158.

Gramkow, C. (2020). Green fiscal policies: An armoury of instruments to recover growth sustainably. United Nations CEPACL: https://repositorio.cepal.org

IPCC (2023). Summary for Policymakers, Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change içinde, Eds. H. Lee; J. Romero, IPCC: Geneva.

Lavender, W. (2009). Worldview and Public Policy: From American Exceptionalism to American Empire. Fairfax, VA, George Mason University.

Mazı, F. (2004). 7. İklim Değişikliği Sorunu ve Uluslararası Alanda Çözüm Arayışları, Beta Yayınları, İstanbul.

Mazlum, S. C. (2019). İklim Değişikliği Eğitim Modülleri Serisi 2: Küresel İklim Politikaları. Ankara

Pınarcıoğlu, N. (2018). İklim Değişikliği Müzakerelerinde Gelinen Nokta: Paris Anlaşması ve Sonrası. Turkish Studies 13 (23): 211-224.

Reyhan, A., Reyhan, H. (2016). Küresel Isınmanın Nedenleri, Sonuçları, Çözümleri Üzerine Yeni Değerlendirmeler. Memleket Siyaset Yönetimi 11 (26): 1-24. Görmez, K. 2018. Çevre Sorunları. Ankara: Nobel.

Türkeş, M., Sümer, U. M., Çetiner, G. (2000). Küresel iklim değişikliği ve olasi etkileri. Çevre Bakanlığı, Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi Seminer Notları (İstanbul, 13 Nisan 2000), 7-24.

UN (United Nations). (2001), Indicators of Sustainable Development:Guidelines and Methodologies, New York.

FİNANSAL TEKNOLOJİLER VE BANKACILIK SEKTÖRÜ

Prof. Dr. Hasan Hüseyin YILDIRIM
Balıkesir Üniversitesi, Burhaniye Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Finans ve Bankacılık Bölümü Burhaniye, Balıkesir
ORCID: 0000-0002-5840-8418
Dr. Öğr. Üyesi Cevriye Yüksel YILDIRIM
Balıkesir Üniversitesi, Burhaniye Meslek Yüksekokulu, Muhasebe ve Vergi Uygulamaları Bölümü, Burhaniye, Balıkesir.
ORCID: 0000-0001-5048-6502

ÖZET

Finansal teknolojiler (FinTech), finansal hizmetlerin sunumunda dijital teknolojilerin yoğun biçimde kullanılmasını ifade eden ve bankacılık sektörünün işleyişini köklü biçimde dönüştüren yenilikçi uygulamaları kapsamaktadır. Büyük veri analitiği, yapay zekâ, blokzincir, bulut bilişim, açık bankacılık, mobil ödeme sistemleri ve dijital varlıklar gibi teknolojiler FinTech ekosisteminin temel bileşenleri arasında yer almaktadır. Bu teknolojiler, geleneksel bankacılık faaliyetlerinin dijital kanallara taşınmasını sağlamanın ötesinde; müşteri deneyimini yeniden şekillendiren, işlem maliyetlerini azaltan ve finansal kapsayıcılığı artıran bir dönüşüm süreci yaratmaktadır. Dünya genelinde ve Türkiye'de bankacılık sektörü açısından finansal teknolojiler, rekabet gücünün korunması, operasyonel verimliliğin artırılması ve müşteri odaklı hizmet sunumunun geliştirilmesi bakımından stratejik bir öneme sahiptir. Dijital bankacılık uygulamaları, anlık ödeme sistemleri, algoritmik kredi değerlendirme modelleri ve kişiselleştirilmiş finansal ürünler, bankaların hız, esneklik ve erişilebilirlik avantajı elde etmelerine katkı sağlamaktadır. Bununla birlikte, finansal teknolojilerin bankacılık sektörü açısından siber güvenlik riskleri, veri gizliliği sorunları, regülasyon uyum maliyetleri ve teknolojik bağımlılık gibi dezavantajlı yönleri de bulunmaktadır. Gelecekte finansal teknolojilerin bankacılık sektöründe daha bütünleşik bir yapı oluşturması, açık bankacılık uygulamalarının yaygınlaşması ve yapay zekâ destekli karar mekanizmalarının derinleşmesi beklenmektedir. Ancak bu süreç, düzenleyici çerçevenin güncellenmesi, etik risklerin yönetilmesi ve dijital eşitsizliklerin azaltılması gibi önemli sorunları da beraberinde getirmektedir. Bu bağlamda bu çalışmada finansal teknolojilerin bankacılık sektöründeki fırsatları ve riskleri değerlendirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Finans, Bankacılık, Finansal Teknolojiler, Dijitalleşme

FINANCIAL TECHNOLOGIES AND THE BANKING SECTOR

ABSTRACT

Financial technologies (FinTech) encompass innovative applications that involve the intensive use of digital technologies in the provision of financial services and fundamentally transform the functioning of the banking sector. Technologies such as big data analytics, artificial intelligence, blockchain, cloud computing, open banking, mobile payment systems, and digital assets constitute the core components of the FinTech ecosystem. Beyond merely transferring traditional banking activities to digital channels, these technologies create a transformation process that reshapes customer experience, reduces transaction costs, and enhances financial inclusion. From a global and Turkish perspective, financial technologies hold strategic importance for the banking sector in terms of maintaining competitiveness, increasing operational efficiency, and improving customer-oriented service delivery. Digital banking applications, instant payment systems, algorithmic credit assessment models, and personalized financial products contribute to banks' ability to achieve speed, flexibility, and greater accessibility. However, financial technologies also present certain disadvantages for the banking sector, including cybersecurity risks, data privacy concerns, regulatory compliance costs, and increasing technological dependency. In the future, financial technologies are expected to create a more integrated structure within the banking sector, with the widespread adoption of open banking practices and the deepening use of artificial intelligence-based decision-making mechanisms. Nevertheless, this transformation process also brings significant challenges, such as the need to update regulatory frameworks, manage ethical risks, and reduce digital inequalities. In this context, this study evaluates the opportunities and risks of financial technologies within the banking sector.

Keywords: Finance, Banking, Financial Technologies, Digitalization

1. GİRİŞ

Finansal sistem, tasarruf fazlasına sahip ekonomik birimler ile finansman ihtiyacı bulunan birimler arasındaki fon akışını sağlayan bir yapı üzerine kuruludur. Bu yapı içerisinde kaynak transferi, doğrudan ve dolaylı finansman olmak üzere iki temel yöntem aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Dolaylı finansman sürecinde bu fon akışı finansal aracılar vasıtasıyla gerçekleşmektedir. Bankalar, dolaylı finansman mekanizması içerisinde fon transferine aracılık eden başlıca kurumlar arasında yer almakta ve finansal sistemin işleyişinde merkezi bir rol üstlenmektedir (Reis vd., 2016).

Güçlü bir ekonomi ve sağlam bir finansal yapı oluşturulabilmesi için bankacılık sektörünün etkin, güvenilir ve istikrarlı bir yapıya sahip olması büyük önem taşımaktadır (Kartal, 2018). Günümüzde bankaların üstlendiği fonksiyonlar, temel görevleri olan mevduat toplama ve kredi kullandırma faaliyetlerinin oldukça ötesine geçmiştir. Bankalar; sermaye piyasası işlemlerine aracılık etmek, vadeli ve türev piyasalarda işlem yapmak, teminat ve garanti hizmetleri sunmak, ekonomik birimler arasında ödeme ve para transferlerini gerçekleştirmek ile fatura ve vergi tahsilatlarına aracılık etmek gibi çok sayıda finansal faaliyeti eş zamanlı olarak yürütmektedir. Bu çeşitlenen faaliyet alanları, bankaların finansal sistem içerisindeki ağırlığını artırmış ve onları çok yönlü finansal hizmet sağlayıcıları hâline getirmiştir (Sarıtaş vd., 2016). Bankalar, yalnızca fon transferini gerçekleştiren kurumlar olmanın ötesinde, finansal sistemin etkinliğini ve istikrarını destekleyen önemli aktörlerdir (Aydın vd., 2012).

Bununla birlikte bankalar, ekonomi politikasının önemli bileşenleri olan para ve maliye politikalarının uygulanmasında da kritik bir rol üstlenmektedir. Para politikası araçlarının kredi kanalı aracılığıyla reel sektöre aktarılması, kamu gelirlerinin tahsil edilmesi ve ödemelerin gerçekleştirilmesinde bankalar katkı sağlamaktadır.

Bankacılık sektörünün finansal sistem içerisindeki bu merkezi konumu, zaman içerisinde değişen ekonomik koşullar, teknolojik gelişmeler ve müşteri beklentilerindeki dönüşümle birlikte yeni bir boyut kazanmıştır. Özellikle küreselleşmenin hızlanması, finansal işlemlerin dijital ortamlara taşınması ve bilgi teknolojilerindeki ilerlemeler, bankaların geleneksel iş modellerini yeniden gözden geçirmelerini zorunlu hâle getirmiştir. Artan rekabet baskısı, maliyetlerin düşürülmesi ihtiyacı ve hizmet sunumunda hız ile esnekliğin ön plana çıkması, bankacılık faaliyetlerinde teknoloji temelli çözümlerin yaygınlaşmasına zemin hazırlamıştır. Bu süreç, bankacılık sektöründe dijitalleşmenin yalnızca bir tercih değil, aynı zamanda sürdürülebilirlik ve rekabet gücü açısından stratejik bir gereklilik hâline gelmesine yol açmıştır. Teknolojik gelişmeler her dönemde bankacılık sektörü tarafından hızlı bir şekilde benimsenerek; ürün ve hizmetlere hızlı bir şekilde uygulanmıştır. Buna örnek olarak ATM, mobil ve internet bankacılığı örnek gösterilebilir (Büyüksarıkulak ve Afşar, 2025).

Bu dönüşüm sürecinin en belirgin yansımalarından biri, finansal hizmetlerin sunumunda finansal teknolojilerin (FinTech) giderek artan bir rol üstlenmesidir. Yapay zekâ, büyük veri analitiği, bulut bilişim, açık bankacılık uygulamaları ve dijital ödeme sistemleri gibi teknolojiler, bankacılık sektörünün işleyişini köklü biçimde dönüştürmektedir. FinTech çözümleri, bankaların operasyonel verimliliğini artırmakta, müşteri deneyimini iyileştirmekte

ve finansal hizmetlerin daha hızlı, düşük maliyetli ve erişilebilir bir biçimde sunulmasına olanak tanımaktadır. Bu bağlamda, finansal teknolojiler ile bankacılık sektörü arasındaki etkileşimin incelenmesi, günümüz finansal sisteminin dinamiklerini anlamak açısından kritik bir önem taşımaktadır.

Bu çalışmada finansal teknolojilerin bankacılık sektöründeki etkileri değerlendirilmektedir.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE TANIMLAR

Banka kavramının kökeni, İtalyanca'da tezgâh veya sıra anlamına gelen "banco" sözcüğüne dayanmaktadır (Yetiz, 2016). Bu ifade, erken dönem finansal faaliyetlerin fiziki mekânlarda, özellikle para değişimi ve borç verme işlemlerinin yapıldığı masalar etrafında yürütüldüğünü göstermektedir. Zaman içerisinde ekonomik yapıların karmaşıklaşması, ticaret hacminin genişlemesi ve sermaye birikiminin artmasıyla birlikte bankalar da yalnızca basit aracılık faaliyetleri yürüten kurumlar olmaktan çıkmış; finansal sistemin merkezinde yer alan, tasarrufların yatırıma yönlendirilmesini sağlayan ve ekonomik büyümeyi destekleyen çok yönlü kuruluşlara dönüşmüştür.

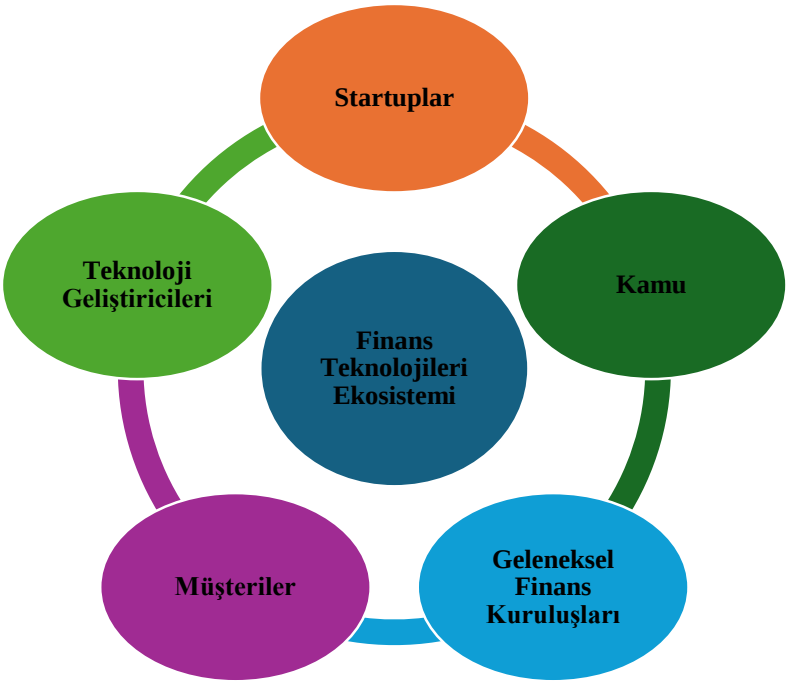
Teknoloji bir kültürün elinde mevcut bulunan, toplumunu ve ekonomisini işler hale getirmede kullandığı bir kültürün nesnelerin faaliyette bulunması için kullandığı yöntemler, uygulamalar ve aletler toplamı şeklinde ifade edilebilir (Danacı ve Çetintaş, 2020).

FinTech, finans ve teknoloji kelimelerinin birleşmesi ile meydana gelmektedir (Besler vd., 2023). Finansal Teknoloji veya kısaltılmış adıyla FinTech, finansal hizmetlerin sunumunda geleneksel yöntemlerle rekabet etmeyi amaçlayan, teknolojiyi finansal faaliyetleri iyileştirmek için kullanan gelişmekte olan bir endüstridir (Akkan, 2018). Bir diğer ifade ile FinTech meydana gelen teknolojik gelişmenin finansal hizmetlere uygulanması ile beraber işletmelerin ve bireylerin finansal işlemlerini daha kolay ve daha hızlı yapabilmeleri için kullanılan yazılım, uygulama, iş modelleri ve süreçleri şeklinde tanımlanabilir (Mearian, 2017; Schueffel, 2016).

Finansal teknoloji ekosistemi, birbirleriyle etkileşim hâlinde olan ve finansal yeniliğin ortaya çıkmasını sağlayan çok sayıda aktörden oluşmaktadır. Bu ekosistemin temel bileşenleri arasında, ödeme sistemleri, servet yönetimi, kredi ve borçlanma platformları, kitlesel fonlama, sermaye piyasaları ve sigorta alanlarında faaliyet gösteren fintech girişimleri yer almaktadır. Bunun yanında büyük veri analitiği, bulut bilişim, kripto varlık teknolojileri ve sosyal medya tabanlı çözümler geliştiren teknoloji sağlayıcıları, finansal hizmetlerin dijitalleşmesinde kritik bir rol üstlenmektedir. Kamu otoriteleri ve düzenleyici kurumlar ise finansal sistemin güvenli, istikrarlı ve şeffaf bir biçimde işlemesini sağlamak amacıyla yasal ve kurumsal çerçeveyi

belirleyerek ekosistemin yönünü şekillendirmektedir.

Ekosistemin bir diğer önemli bileşeni olan finansal müşteriler; bireyler ve kurumlar düzeyinde, yenilikçi finansal ürün ve hizmetlere yönelik talep oluşturarak fintech çözümlerinin gelişimini teşvik etmektedir. Geleneksel finansal kurumlar içinde başta bankalar olmak üzere sigorta şirketleri, aracı kurumlar ve risk sermayesi sağlayıcıları fintech ekosistemi içerisinde hem rekabet eden hem de iş birliği geliştiren aktörler olarak konumlanmaktadır. Söz konusu unsurlar arasındaki karşılıklı etkileşim, finansal yenilikleri hızlandırmakta, ekonomik faaliyetleri desteklemekte ve finansal sektör içerisinde iş birliği ile rekabetin eş zamanlı olarak gelişmesine olanak tanımaktadır. Nihayetinde bu bütüncül yapı, finansal hizmetlerin daha erişilebilir, etkin ve kullanıcı odaklı hâle gelmesini sağlayarak tüketicilere önemli kazanımlar sunmaktadır (Lee ve Shin, 2018).



Şeki 1. Finans Teknolojileri Ekosistemi

Kaynak: Lee ve Shin (2018)

Finansal teknolojilerin bankacılık sektöründe giderek yaygınlaşması, finansal hizmetlerin sunum biçimini dönüştürürken sektöre önemli kazanımlar sağlamaktadır. Bununla birlikte FinTech çözümlerinin bankacılık faaliyetlerine entegrasyonu, yalnızca fırsatları değil; aynı zamanda çeşitli risk ve zorlukları da beraberinde getirmektedir. Bu nedenle finansal teknolojilerin bankacılık sektörü üzerindeki etkilerinin bütüncül bir bakış açısıyla

değerlendirilmesi, söz konusu teknolojilerin sağladığı avantajlar ile ortaya çıkardığı dezavantajların birlikte ele alınmasını gerekli kılmaktadır. Bu çerçevede Tablo 1'de, finansal teknolojilerin bankacılık sektörü açısından sunduğu başlıca avantajlar ve potansiyel dezavantajlar karşılaştırmalı olarak özetlenmektedir.

Tablo 1. Finans Teknolojilerinin Avantaj ve Dezavantajları

Avantajları	Dezavantajları
Finansal işlemlerin daha hızlı, düşük maliyetli ve kesintisiz gerçekleştirilmesini sağlar.	Siber güvenlik risklerini artırır ve veri ihlali olasılığını yükseltir.
Operasyonel süreçlerde otomasyon ve verimlilik artışı sağlar.	Yoğun teknoloji kullanımı operasyonel bağımlılık ve sistem kesintisi riskini artırır.
Müşteri deneyimini iyileştirir; kişiselleştirilmiş ürün ve hizmet sunumunu mümkün kılar.	Dijital kanallara erişimi sınırlı kesimler açısından finansal dışlanma riski doğurabilir.
Faiz dışı gelirlerin artmasına ve yeni gelir modellerinin geliştirilmesine katkı sağlar.	Geleneksel bankacılık gelir kalemleri üzerinde komisyon ve ücret baskısı oluşturur.
Kredi değerlendirme ve risk yönetiminde veri analitiği ve yapay zekâ kullanımını güçlendirir.	Algoritmik karar alma süreçlerinde şeffaflık ve açıklanabilirlik sorunları ortaya çıkabilir.
Banka–FinTech iş birlikleri yoluyla inovasyon kapasitesini artırır.	FinTech'lerle rekabet, bankalar üzerinde pazar payı kaybı baskısı yaratabilir.
Şube bağımlılığını azaltarak maliyet yapısının iyileştirilmesini sağlar.	Fiziksel şubelerin öneminin azalması, istihdam ve organizasyonel dönüşüm sorunları doğurabilir.
Finansal kapsayıcılığı artırarak yeni müşteri segmentlerine erişim imkânı sunar.	Yetersiz regülasyon durumunda tüketici korunması ve piyasa istikrarı riskleri oluşabilir.
Açık bankacılık ve API'ler sayesinde ekosistem tabanlı büyümeyi destekler.	Yüksek teknoloji yatırımları ilk kurulum ve entegrasyon maliyetlerini yükseltebilir.
Rekabet baskısı yoluyla bankaların dijital dönüşümünü hızlandırır.	Üçüncü taraflarla veri paylaşımı, gizlilik ve uyum maliyetlerini artırabilir.

Finansal teknolojilerin bankacılık sektöründe yaygınlaşması, bazı yapısal risk ve dezavantajları da beraberinde getirmektedir. Öncelikle dijital para ve dijital ödeme araçlarının kullanımının artması, para politikasının etkinliğini sınırlayıcı bir etki yaratabilmektedir. Özellikle bankacılık sistemi üzerinden işleyen geleneksel finansal aktarım mekanizmasının zayıflaması, merkez bankalarının faiz oranları ve kredi kanalı aracılığıyla ekonomi üzerindeki etkisini azaltabilmektedir (Lee ve Teo, 2015). Bunun yanı sıra finansal teknolojilerin hızlı gelişimi karşısında düzenleme ve denetim alanında henüz yeterli mesafenin kat edilememiş olması, finansal istikrar ve tüketici korunması açısından önemli riskler doğurmaktadır. Mevcut yasal çerçevelerin birçok ülkede FinTech faaliyetlerinin kapsamı, veri güvenliği ve piyasa gözetimi açısından sınırlı kaldığı; bu durumun da sistemik riskleri artırabileceği ifade edilmektedir (Kömürcüoğlu ve Akyazı, 2020).

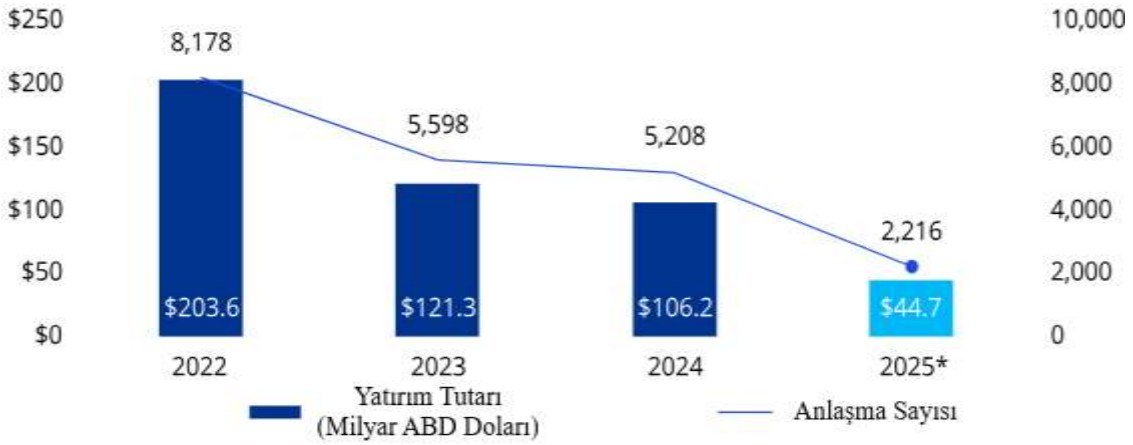
Diğer taraftan FinTech girişimlerinin sunduğu hızlı, düşük maliyetli ve kullanıcı odaklı finansal

hizmetler, bankalar açısından müşteri kaybı riskini de gündeme getirmektedir. Özellikle ödeme sistemleri, dijital cüzdanlar ve alternatif kredi platformları gibi alanlarda artan rekabet, bankaların geleneksel müşteri ilişkilerini zayıflatabilmekte ve pazar paylarının daralmasına yol açabilmektedir (Cankat ve Taşseven, 2023). Bu çerçevede finansal teknolojilerin sunduğu avantajların yanı sıra, bankacılık sektörü ve politika yapıcılar açısından dikkatle yönetilmesi gereken önemli dezavantajlar ve riskler barındırdığı söylenebilir.

3. FİNANS TEKNOLOJİLERİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ

Finans teknolojilerinin gelişimi ülkelere ve bölgelere farklılık göstermektedir. Tarihsel süreç içerisinde fintechlerin gelişimi üç aşamada sunulabilir (Giglio, 2021). Birinci aşamada 1866-1967 yılları arasındaki süreç olup bu süreçte analogdan dijitale geçiş süreci olarak tanımlayabiliriz. İkinci aşamada ise 1967-2008 yılları arasındaki süreç olup özellikle 1967 yılında ATM'lerin kullanılmaya başlanmasıyla geleneksel finansal finansal hizmetlerin sunulduğu dönemdir. Üçüncü aşamada ise 2008 sonrası günümüze gelen süreç olarak tanımlanmaktadır. Bu süreç 2008 küresel finans krizi ile aynı döneme denk gelen akıllı telefonların, dolayısıyla mobil uygulamaların, ortaya çıktığı yeniden yapılanma sürecini kapsamaktadır. Fintech sektörünün gelişimini ve mevcut durumunu ortaya koyan KPMG tarafında her altı ayda bir yayınlanan "Pulse of Fintech" isimli bir rapordur. Hazırlanan son rapora göre dünyada toplam FinTech yatırım tutarı ve anlaşma sayıları Şekil 2'de gösterilmektedir. Küresel fintech piyasası, 2025'in ilk yarısında 44,7 milyar dolarlık yatırım görmüştür. Bu 2020'nin ilk yarısından bu yana en düşük altı aylık dönem olmuştur. Yüksek faiz oranlarının sermaye maliyeti ve getiri beklentisi üzerindeki etkisi, spekülatif yatırımları azalttı ve fintech yatırımlarını etkilemiştir. Fintech yatırımcıları 2025'e girerken temkinli bir iyimserlik içindeyken, jeopolitik gerilimlerin yeni dalgaları ve ABD'nin değişen gümrük tarifeleri ve ticaret politikaları, yatırımcıların anlaşma yapma faaliyetlerine güven duymalarını zorlaştırmıştır (KPMG, 2025).

Şekil 2 incelendiğinde, 2022–2025* döneminde dünyada FinTech yatırımlarında hem toplam yatırım tutarı hem de anlaşma sayısı açısından belirgin bir gerileme yaşandığı görülmektedir. 2022 yılında yaklaşık 203,6 milyar ABD doları seviyesinde gerçekleşen toplam FinTech yatırımı, 2023 yılında 121,3 milyar ABD dolarına, 2024 yılında ise 106,2 milyar ABD dolarına gerilemiştir. 2025 yılına ilişkin öngörüler ise yatırım hacminin 44,7 milyar ABD doları seviyesine kadar düştüğünü göstermektedir. Bu eğilim, küresel ölçekte FinTech yatırımlarında ciddi bir yavaşlamaya işaret etmektedir.



Şekil 2. Yıllara Göre Dünyada Toplam FinTech Yatırım Tutarı ve Anlaşma Sayısı

Kaynak: (KPMG, 2025) Pulse of Fintech H1 25 (https://assets.kpmg.com)

Benzer biçimde, yatırım anlaşmalarının sayısında da dikkat çekici bir azalış söz konusudur. 2022 yılında 8.178 adet olan FinTech anlaşması, 2023'te 5.598, 2024'te 5.208 seviyesine gerilemiş; 2025 yılı itibarıyla ise 2.216 anlaşmaya düşmüştür. Anlaşma sayısındaki bu sert düşüş, yatırımcıların FinTech sektörüne yönelik risk algılarının arttığını, seçiciliğin yükseldiğini ve daha temkinli bir yatırım yaklaşımının benimsendiğini göstermektedir.

Bu gelişmeler, FinTech sektöründe bir geri çekilmeden ziyade bir yeniden dengelenme ve olgunlaşma sürecine işaret etmektedir. Küresel para politikalarında sıkılaşma, artan faiz oranları, jeopolitik belirsizlikler ve finansal piyasalardaki volatilite, özellikle erken aşama ve yüksek riskli FinTech girişimlerine yönelik yatırımların azalmasına neden olmuştur. Buna karşılık, yatırımcıların daha sürdürülebilir iş modellerine, regülasyon uyumuna sahip ve kârlılık potansiyeli yüksek FinTech girişimlerine yöneldiği söylenebilir.

Tablo 2 incelendiğinde, 2022–2025 döneminde FinTech yatırımlarının segmentler arasında dengesiz ve dalgalı bir seyir izlediği görülmektedir. 2022 yılında 60,3 milyar ABD doları ile açık ara en fazla yatırım çeken ödeme teknolojileri, 2023 yılında sert bir düşüş yaşayarak 17,7 milyar ABD dolarına gerilemiştir. 2024'te kısmi bir toparlanma ile 30,8 milyar ABD doları seviyesine ulaşan bu segment, 2025 yılında ise 4,6 milyar ABD doları ile yeniden belirgin bir daralma göstermiştir. Bu durum, ödeme teknolojilerinin doygunluğa yaklaşması ve artan rekabet ile birlikte yatırımcıların bu alana yönelik daha temkinli davrandığını göstermektedir. Dijital varlıklar ve para birimleri segmenti, 2022 yılında 24,2 milyar ABD doları ile önemli bir yatırım hacmine sahipken, 2023 yılında 9,5 milyar ABD dolarına gerilemiş; 2024 ve 2025 yıllarında ise sırasıyla 10,7 ve 8,4 milyar ABD doları seviyelerinde daha dengeli bir görünüm

sergilemiştir. Bu eğilim, kripto varlık piyasalarında yaşanan yüksek volatilite ve regülasyon belirsizliklerine rağmen, bu alanın yatırımcılar açısından tamamen göz ardı edilmediğini ve belirli bir taban yatırım seviyesini koruduğunu göstermektedir.

Düzenleme teknolojileri (RegTech) alanında 2022 yılında 19,9 milyar ABD doları gibi dikkat çekici bir yatırım hacmi söz konusu iken, 2023 yılında bu tutar 4,3 milyar ABD dolarına düşmüş, 2024'te 8,3 milyar ABD doları ile sınırlı bir toparlanma görülmüş ve 2025'te yeniden 2,1 milyar ABD dolarına gerilemiştir. Bu dalgalı yapı, regülasyon odaklı çözümlerin önemini korumakla birlikte, yatırımcıların bu segmentte daha seçici davrandığını ve kısa vadeli büyüme beklentilerinin zayıfladığını ortaya koymaktadır.

Tablo 2. Dünyada Finans Teknoloji Segmentlerinin Aldıkları Yatırım Tutarı (Milyar ABD Doları)

Finans Teknoloji Segmentleri	2022	2023	2024	2025
Ödemeler (Payments)	60,3	17,7	30,8	4,6
Sigorta Teknolojisi (Insurtech)	5	8	3	4,8
Siber Güvenlik (Cybersecurity)	1,7	1,6	1	0,1
Dijital Varlıklar ve Para Birimleri (Digital assets and currencies)	24,2	9,5	10,7	8,4
Düzenleme Teknolojisi (Regtech)	19,9	4,3	8,3	2,1
Varlık Teknolojisi (Wealthtech)	0,4	0,1	0,3	0,9

Kaynak: (KPMG, 2025) Pulse of Fintech H1 25

Sigorta teknolojileri (InsurTech) segmenti ise diğer alanlara kıyasla daha istikrarlı bir görünüm sergilemektedir. 2022 yılında 5 milyar ABD doları olan yatırımlar, 2023'te 8 milyar ABD doları ile artış göstermiş, 2024'te 3 milyar ABD doları seviyesine gerilese de 2025 yılında 4,8 milyar ABD doları ile yeniden yükselmiştir. Bu durum, sigorta sektöründe dijitalleşme ihtiyacının devam ettiğini ve bu alanın orta vadede yatırımcılar açısından cazibesini koruduğunu göstermektedir.

Buna karşılık siber güvenlik ve varlık teknolojileri (WealthTech) segmentleri, FinTech ekosistemi içerisinde görece sınırlı yatırım payına sahip olmaya devam etmektedir. Siber güvenlik yatırımları 2022'den 2025'e doğru kademeli bir düşüş sergilerken, WealthTech yatırımlarında düşük seviyelerden sınırlı bir artış eğilimi gözlenmektedir. Bu durum, söz konusu alanların stratejik önemine rağmen, yatırımcıların kısa vadede ölçeklenebilirlik ve kârlılık beklentileri açısından daha temkinli yaklaştıklarını düşündürmektedir.

Genel olarak tablo, küresel FinTech yatırımlarında yüksek büyüme döneminden daha seçici, temkinli ve segment bazlı bir yatırım yaklaşımına geçildiğini ortaya koymaktadır. Yatırımcıların, geniş ölçekli ve hızlı büyüme vadeden alanlardan ziyade, regülasyon uyumu yüksek, sürdürülebilir iş modellerine sahip ve belirli bir olgunluğa ulaşmış segmentlere yönelmeye başladığı söylenebilir.

Tablo 3. Dünyada Finans Teknoloji Segmentlerinin Yaptıkları Anlaşma Sayıları

Finans Teknoloji Segmentleri	**2022**	**2023**	**2024**	**2025**
Ödemeler (Payments)	1032	643	592	242
Sigorta Teknolojisi (Insurtech)	431	323	272	141
Siber Güvenlik (Cybersecurity)	112	80	89	26
Dijital Varlıklar ve Para Birimleri (Digital assets and currencies)	2396	1435	1446	586
Düzenleme Teknolojisi (Regtech)	505	361	360	190
Varlık Teknolojisi (Wealthtech)	58	41	41	14

Kaynak: (KPMG, 2025) Pulse of Fintech H1 25

Tablo 3 incelendiğinde, 2022–2025 döneminde FinTech segmentlerinin tamamında anlaşma sayılarında belirgin bir azalış eğilimi olduğu görülmektedir. En yüksek anlaşma hacmine sahip segmentlerden biri olan dijital varlıklar ve para birimleri, 2022 yılında 2.396 anlaşma ile öne çıkarken, 2023 yılında bu sayı 1.435'e gerilemiş, 2024'te 1.446 ile yatay bir seyir izledikten sonra 2025 yılında 586 anlaşmaya düşmüştür. Bu gelişme, kripto ve dijital varlık piyasalarında yaşanan yüksek oynaklığa ve artan düzenleyici belirsizliklere rağmen bu segmentin ekosistem içindeki göreli ağırlığını koruduğunu; ancak yatırımcıların daha temkinli ve seçici davrandığını göstermektedir.

Ödeme teknolojileri segmentinde ise anlaşma sayıları 2022 yılında 1.032 iken, 2023'te 643, 2024'te 592 ve 2025'te 242 seviyelerine gerilemiştir. Bu düşüş, ödeme alanında yoğun rekabetin artması, pazarın doygunluğa yaklaşması ve ölçek ekonomisine ulaşamayan girişimlerin yatırım çekme kapasitesinin zayıflaması ile ilişkilendirilebilir. Dolayısıyla ödeme teknolojilerinde niceliksel genişlemeden ziyade, konsolidasyon ve seçicilik sürecinin ön plana çıktığı söylenebilir.

Sigorta teknolojileri (InsurTech) ve düzenleme teknolojileri (RegTech) segmentleri de benzer biçimde anlaşma sayılarında kademeli bir azalış sergilemektedir. InsurTech alanında anlaşma

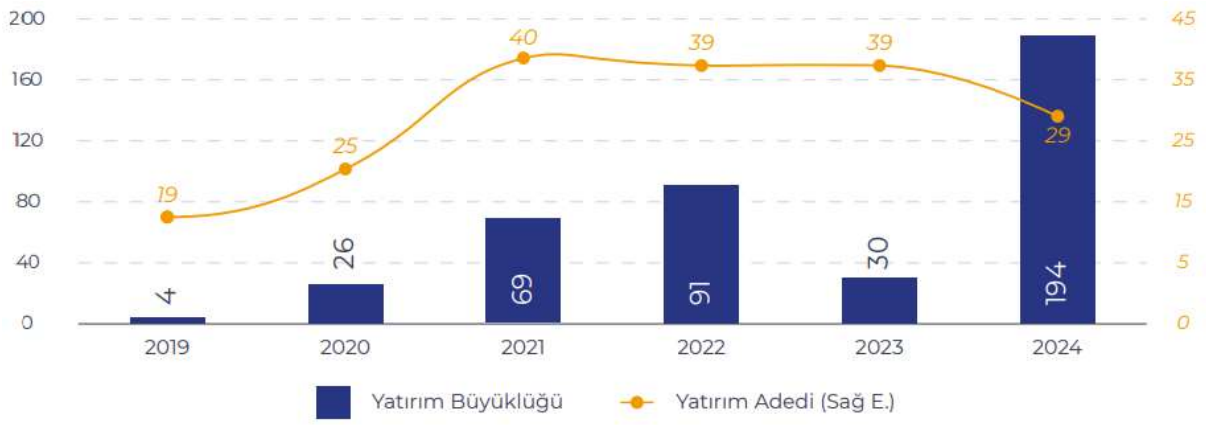
sayısı 2022'de 431 iken 2025'te 141'e düşmüş; RegTech alanında ise aynı dönemde 505'ten 190'a gerilemiştir. Buna karşın bu alanlar, finansal sistemin işleyişi ve regülasyon uyumu açısından taşıdıkları stratejik önem nedeniyle, tamamen yatırım dışı kalmamış ve belirli bir işlem hacmini korumayı başarmıştır.

Siber güvenlik segmentinde anlaşma sayıları görece sınırlı olmakla birlikte, 2024 yılında 89 anlaşma ile kısa süreli bir toparlanma gözlenmiştir. Ancak 2025 yılında 26 anlaşmaya düşülmesi, bu alanda yatırımcıların daha az sayıda ancak daha büyük ölçekli ve olgun projelere yönelmiş olabileceğine işaret etmektedir. Varlık teknolojileri (WealthTech) segmenti ise tüm dönem boyunca en düşük anlaşma sayısına sahip alan olarak öne çıkmakta; 2022–2025 döneminde 58'den 14 anlaşmaya gerileyerek sınırlı bir yatırım ilgisiyle karşı karşıya kaldığını göstermektedir.

Genel olarak Tablo 3, küresel FinTech ekosisteminde anlaşma sayılarındaki gerilemenin, yatırımcı davranışlarında yaşanan yapısal bir değişime işaret ettiğini ortaya koymaktadır. Çok sayıda küçük ölçekli anlaşma yerine, daha az sayıda ancak daha seçici ve stratejik yatırımların ön plana çıktığı bir döneme girildiği görülmektedir. Bu eğilim, FinTech sektöründe niceliksel büyüme döneminin ardından konsolidasyon ve olgunlaşma sürecine geçildiğini desteklemektedir.

Şekil 3'de Türkiye'de Fintech yatırımları ve adetleri yer almaktadır. Türkiye'de fintech yatırımları 2019–2024 döneminde hem nicelik hem de nitelik açısından belirgin bir dönüşüm sürecine işaret etmektedir. 2019–2022 yılları arasında yatırım büyüklüğünün 4 milyon ABD dolarından 91 milyon ABD dolarına yükselmesi ve aynı dönemde yatırım adedinin 19'dan 39–40 bandına çıkması, Türkiye fintech ekosisteminin hızlı bir genişleme ve kurumsallaşma sürecine girdiğini göstermektedir. Bu dönemde erken aşama girişimlerin yaygınlaştığı ve yatırımcı ilgisinin güçlü olduğu görülmektedir. Ancak 2023 yılında yatırım adedi yatay seyrini korurken yatırım büyüklüğünün 30 milyon ABD dolarına gerilemesi, küresel ölçekte artan faiz oranları ve risk iştahındaki azalışın Türkiye fintech piyasasına da yansıdığını ortaya koymaktadır. Buna karşın 2024 yılında yatırım adedinin 29'a düşmesine rağmen toplam yatırım tutarının 194 milyon ABD dolarına ulaşarak tarihsel zirveye çıkması, yatırımcıların daha seçici davrandığını ve az sayıda fakat büyük ölçekli, olgun ve yüksek büyüme potansiyeline sahip fintech girişimlerine yöneldiğini göstermektedir. Bu durum, Türkiye'de fintech ekosisteminin erken büyüme aşamasından çıkarak konsolidasyon ve olgunlaşma evresine geçtiğini, özellikle bankacılık sektörüyle entegrasyonu yüksek, regülasyon uyumu güçlü ve ölçeklenebilir iş

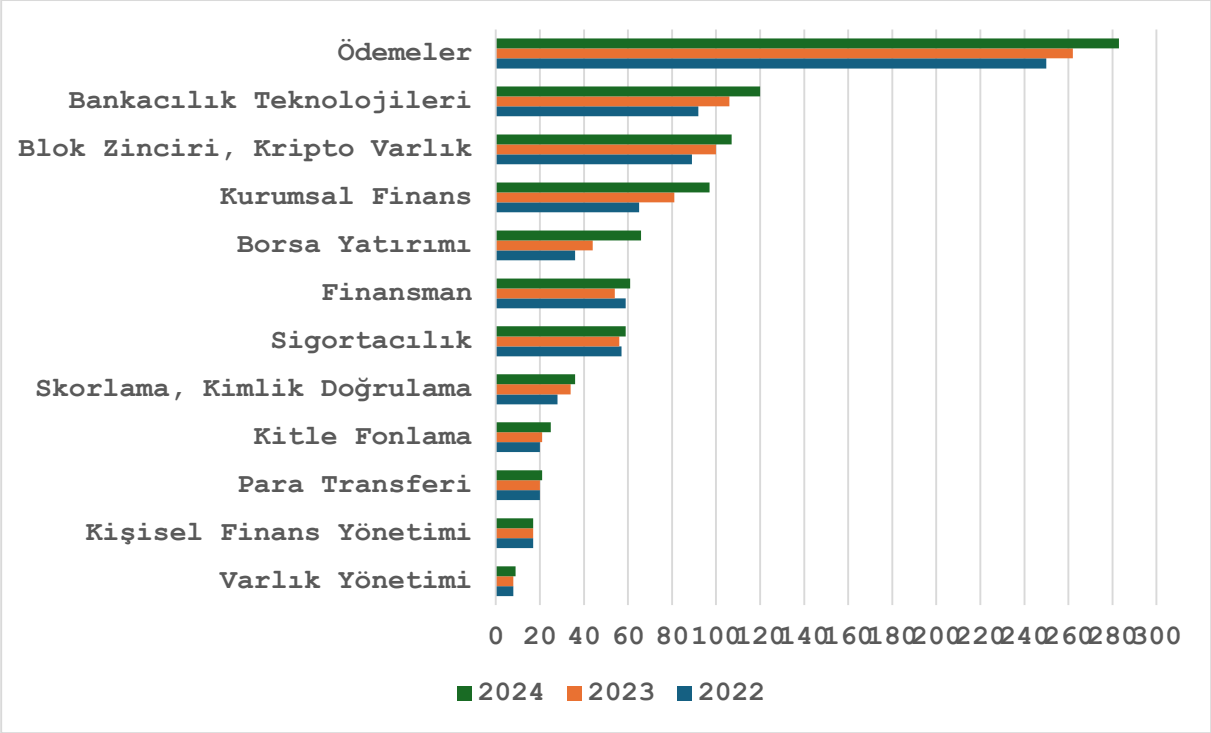
modellerine sahip finans teknolojilerinin ön plana çıktığını göstermektedir.



Şekil 3. Türkiye'de Fintech Yatırımları (Milyon ABD Doları, Adet)

Kaynak: Türkiye Fintech Ekosistemi Durum Raporu 2024 (Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Finans Ofisi)

Şekil 4'te Türkiye'de fintech ekosisteminde yer alan şirket sayıları yer almaktadır. 2022–2024 döneminde Türkiye fintech ekosistemi şirket sayıları açısından değerlendirildiğinde, sektörün belirli alt alanlarda yoğunlaştığı ve büyümenin daha çok ölçeklenebilir ve bankacılıkla entegrasyonu yüksek alanlarda gerçekleştiği görülmektedir. Ödemeler alanı, 2022'de 250 olan şirket sayısının 2024'te 283'e yükselmesiyle ekosistemin açık ara en büyük segmenti olmaya devam ederken, bu durum Türkiye'de dijital ödeme altyapısının görece olgunlaştığını ve bu alandaki rekabetin giderek arttığını göstermektedir.



Şekil 4. Türkiye'de Fintech Ekosistemi (Şirket Sayıları)

Kaynak: Türkiye Fintech Ekosistemi Durum Raporu 2024 (Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Finans Ofisi)

Bankacılık teknolojileri ve blok zinciri–kripto varlıklar alanlarında şirket sayılarının sırasıyla 92'den 120'ye ve 89'dan 107'ye yükselmesi, finansal teknolojiler ile geleneksel bankacılık arasındaki entegrasyonun derinleştiğine ve dağıtık defter teknolojilerinin finansal sistemde kalıcı bir yer edindiğine işaret etmektedir. Kurumsal finans ve borsa yatırımı alanlarında gözlenen güçlü artış, fintech çözümlerinin bireysel kullanımdan çıkarak şirketlere ve sermaye piyasalarına yönelik daha sofistike hizmetlere yöneldiğini göstermektedir. Buna karşılık varlık yönetimi, kişisel finans yönetimi ve para transferi gibi görece olgun alanlarda şirket sayılarının sınırlı artış göstermesi, bu segmentlerde doygunluğa yaklaşıldığını ve yeni girişlerin daha çok niş veya teknoloji yoğun alanlara kaydığını düşündürmektedir. Sigortacılık ve finansman alanlarında 2023 yılında görülen geçici durgunluğa rağmen 2024'te yeniden artış yaşanması, makroekonomik belirsizliklere rağmen bu alanların orta vadede büyüme potansiyelini koruduğunu ortaya koymaktadır. Genel olarak değerlendirildiğinde, Türkiye fintech ekosistemi 2022–2024 döneminde niceliksel büyümeden ziyade, bankacılık teknolojileri, ödeme sistemleri, blok zinciri ve kurumsal finans odaklı niteliksel ve yapısal bir dönüşüm sürecine girmiştir.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bankacılık sektörü, tarihsel süreç boyunca bilgi ve iletişim teknolojilerini yoğun biçimde kullanan sektörlerin başında gelmiştir. Ancak son yıllarda yaşanan dijital dönüşüm, bankacılık faaliyetlerinin yalnızca destekleyici teknolojilerle yürütülmesinin ötesine geçerek, finansal hizmetlerin sunum biçimini köklü şekilde dönüştürmüştür. Bu dönüşüm sürecinde finansal teknolojiler (FinTech), bankacılık sektörü açısından tamamlayıcı bir unsur olmanın ötesinde, rekabet dinamiklerini yeniden şekillendiren ve sektörel yapıyı dönüştüren temel aktörlerden biri hâline gelmiştir.

FinTech çözümleri; finansal işlemlerin daha hızlı, düşük maliyetli ve kullanıcı odaklı bir biçimde gerçekleştirilmesine olanak tanıyarak, bankacılık sektöründe hizmet kalitesinin artmasına ve operasyonel verimliliğin yükselmesine katkı sağlamaktadır. Bu teknolojilerin sunduğu kolaylık ve erişilebilirlik, kullanıcıların dijital finansal hizmetlere yönelik algılarını olumlu yönde etkilemekte ve benimseme hızını artırmaktadır. Aynı zamanda birçok ülkede FinTech faaliyetlerine yönelik yasal ve kurumsal düzenlemelerin hayata geçirilmesi, sektöre duyulan güvenin güçlenmesini sağlamış; bu durum hem bireysel hem de kurumsal kullanıcıların FinTech tabanlı finansal ürün ve hizmetleri daha yoğun biçimde kullanmasına zemin hazırlamıştır.

Bu çalışma kapsamında dünyada ve Türkiye'de FinTech ekosisteminin son yıllardaki gelişimi, yatırım tutarları, anlaşma sayıları ve segment bazlı dağılımlar üzerinden grafikler yardımıyla ele alınmıştır. Elde edilen bulgular, küresel ölçekte FinTech yatırımlarında dalgalı bir seyir izlendiğini, son yıllarda yatırımcıların daha temkinli ve seçici bir yaklaşım benimsediğini ortaya koymaktadır. Buna karşın, yatırım hacminde ve anlaşma sayısında yaşanan dalgalanmaların, FinTech sektörünün önemini yitirdiğine değil; aksine ekosistemin olgunlaşma ve konsolidasyon sürecine girdiğine işaret ettiği değerlendirilmektedir. Türkiye özelinde ise FinTech yatırımlarının zaman içerisinde artış gösterdiği, özellikle son yıllarda daha az sayıda ancak daha yüksek tutarlı yatırımların ön plana çıktığı görülmektedir. Bu durum, Türkiye FinTech ekosisteminin niteliksel olarak derinleşmeye başladığını göstermektedir.

Teknolojik gelişmelerin hız kesmeden devam etmesi, yapay zekâ, büyük veri, açık bankacılık, dijital ödeme sistemleri ve blokzincir tabanlı çözümlerin yaygınlaşması ile birlikte, FinTech'lerin sunduğu hizmet çeşitliliğinin artması beklenmektedir. Bu süreçte FinTech çözümlerinin hem bireysel hem de kurumsal kullanıcılar tarafından daha geniş ölçekte benimsenmesi, bankacılık sektörü ile FinTech girişimleri arasındaki iş birliği modellerinin

güçlenmesi ve finansal hizmetlerin daha kapsayıcı hâle gelmesi öngörülmektedir. Buna paralel olarak, orta ve uzun vadede FinTech yatırımlarının yeniden artış eğilimine girmesi ve anlaşma sayılarında toparlanma yaşanması beklenmektedir.

Sonuç olarak, finansal teknolojiler ve bankacılık sektörü arasındaki etkileşim, günümüz finansal sisteminin en dinamik unsurlarından birini oluşturmaktadır. Bankaların dijital dönüşüm stratejilerini FinTech çözümleriyle bütünleştirmesi, düzenleyici çerçevenin inovasyonu desteklerken finansal istikrarı gözetmesi ve yatırım ortamının sürdürülebilir biçimde güçlendirilmesi, hem küresel ölçekte hem de Türkiye'de FinTech ekosisteminin sağlıklı gelişimi açısından kritik öneme sahiptir.

KAYNAKÇA

Akkan, M. M., (2018). Dünya'nın Yükselen Yıldızı: Fintech Uygulamaları ve Türkiye, Konya Ticaret Odası Yayınları.

Aydın, N., Delikanlı İ. U., Çabukel R., Erdal L. Erdal F., & Ergeç E. H. (2012). Bankacılık ve Sigortacılığa Giriş, Anadolu Üniversitesi Yayını, Eskişehir.

Besler, Ö. N., Medetoğlu, B., Saldanlı, A. (2023). Finansal Teknolojiler Ve Davranışsal Finans, Ed. Metedoğlu, B. ve Kavas, Y. B. , Davranışsal Finansta Güncel Yaklaşımlar, Ekin kitabevi, Bursa.

Büyüksarıkulak, A. M., Afşar, B. (2025). Dünyada ve Türkiye'de Fintech, Bölüm 2.,Ok Ergün, H. (ed), Ergün, T. (ed) (2025). Dijital Finans Alanında Güncel Araştırmalar. Özgür Publications. DOI: https://doi.org/10.58830/ozgur.pub785. License: CC-BY-NC 4.0

Cankat, F., & Taşseven, Ö. (2023). Fintech'lere yapılan yatırımların bankaların hisse senedi getirileri üzerindeki etkisi: Türkiye örneği. Marmara Üniver sitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 45(1), 21-46.

Danacı, M. C., Çetintaş, Ö. (2020). Bankalarda Finansal Teknoloji Ve Yenilikler. Turkish Business Journal, 1(2), 179-187.

Giglio, F. (2021). Fintech: A literature review. European Research Studies Journal, 24(2B), 600-627.

Kartal, M. T. (2018). Bankaların Finans Sektöründeki Önemi, Finansal İktisat, Orion Kitabevi, İstanbul.

Kömürcüoğlu, Ö., & Akyazı, H. (2020). Finansal teknolojilerdeki gelişme ler: Fırsatlar ve riskler. Karadeniz Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 1(1), 35-48.

KPMG (2025). Pulse of Fintech H1 25 (https://assets.kpmg.com)

Lee, D., & Teo, E. (2015). Emergence of FinTech and the LASIC Principles. Journal of Financial Perspectives, 3(3), 1-26.

Lee, I., & Shin, Y. J. (2018). Fintech: Ecosystem, business models, investment decisions, and challenges. Business horizons, 61(1), 35-46.

Reis, Ş. G., Kılıç, Y., Buğan, M. F. (2016). Banka Karlılığını Etkileyen Faktörler: Türkiye Örneği. Muhasebe ve Finansman Dergisi, (72), 21-36.

Sarıtaş, H., Uyar, S. K., Gökçe, A. (2016). Banka Karlılığı İle Finansal Oranlar ve Makroekonomik Değişkenler Arasındaki İlişkilerin Sistem Dinamik Panel Veri Modeli İle Analizi: Türkiye Araştırması, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 11, 87-108.

Türkiye Fintech Ekosistemi Durum Raporu (2024). Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Finans Ofisi. https://bankavitrini.com/wp-content/uploads/2025/02/FINTEK-2024.pdf

Yetiz, F. (2016). Bankacılığın doğuşu ve Türk bankacılık sistemi. Niğde Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2(9), 107-117.

TÜRKİYE KONUT PİYASASINDA ASİMETRİK ŞOKLARIN ETKİSİ: ALTIN FİYATI, DÖVİZ KURU VE MEVDUAT FAİZİNE DAYALI BİR NARDL ANALİZİ

Araş. Gör. Buğra POLAT
İstanbul Üniversitesi/ İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü, İstanbul, Türkiye
ORCID: 0000-0003-4216-2633
Araş. Gör. Dr. Hüseyin İÇEN
İstanbul Üniversitesi/ İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü, İstanbul, Türkiye
ORCID: 0000-0002-8982-8386

ÖZET

Bu çalışma, 2013–2025 döneminde Türkiye'de konut satışlarının seçilmiş makroekonomik göstergelerdeki değişimlere karşı verdiği tepkileri doğrusal olmayan bir çerçevede incelemektedir. Konut piyasasının döviz kuru, altın fiyatları ve faiz oranlarındaki artış ve azalışlara simetrik olmayan biçimde yanıt verebileceği varsayımından hareketle analizler Doğrusal Olmayan ARDL (NARDL) modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem, ilgili değişkenlerdeki pozitif ve negatif şokların konut satışları üzerindeki kısa ve uzun dönem etkilerinin ayrıştırılmasına olanak tanımaktadır. Ampirik bulgular, konut satışlarının özellikle döviz kuru ve altın fiyatlarındaki değişimlere karşı belirgin biçimde asimetrik tepkiler verdiğini göstermektedir. Döviz kuru hareketleri ve altın fiyatlarındaki dalgalanmalar, konut talebini yalnızca maliyet kanalı üzerinden değil; aynı zamanda beklentiler ve ekonomik güven algısı üzerinden de etkilemektedir. Buna karşılık, mevduat faiz oranlarının uzun dönemde konut satışları üzerindeki etkisinin görece sınırlı olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Bu çalışma, Türkiye konut piyasasında makroekonomik şokların doğrusal olmayan etkilerini ortaya koyarak, konut talebini açıklamada simetrik varsayımlara dayanan geleneksel modellerin yetersiz kalabileceğine işaret etmektedir. Elde edilen sonuçlar, konut piyasası dinamiklerini döviz kuru ve emtia fiyatları bağlamında ele alan ampirik literatüre katkı sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Konut Talebi, Nonlinear ARDL, Asimetri, Altın Fiyatı, Döviz Kuru

THE EFFECT OF ASYMMETRIC SHOCKS IN TURKEY'S HOUSING MARKET: A NARDL ANALYSIS BASED ON GOLD PRICE, EXCHANGE RATE, AND DEPOSIT INTEREST RATE

ABSTRACT

This study examines the responses of housing sales in Türkiye to changes in selected macroeconomic indicators during the 2013-2025 period within a nonlinear framework. Proceeding from the assumption that the housing market may respond asymmetrically to

increases and decreases in the exchange rate, gold prices, and interest rates, the analyses are conducted using the Nonlinear Autoregressive Distributed Lag (NARDL) model. This methodology enables the separation of the short and long-run effects of positive and negative shocks in the relevant variables on housing sales. The empirical findings reveal that housing sales exhibit markedly asymmetric responses, particularly to changes in the exchange rate and gold prices. Exchange rate movements and fluctuations in gold prices affect housing demand not only through the cost channel but also through expectations and perceptions of economic confidence. In contrast, the long-run impact of deposit interest rates on housing sales is found to be relatively limited. By demonstrating the nonlinear effects of macroeconomic shocks in the Turkish housing market, this study highlights that traditional models based on symmetric assumptions may be insufficient in explaining housing demand. The results contribute to the empirical literature that examines housing market dynamics in the context of exchange rates and commodity prices.

Keywords: Housing demand, Nonlinear ARDL, Asymmetry, Gold Price, Exchange Rate

GİRİŞ

Konut, barınma ihtiyacının yanı sıra bir yatırım unsurudur. Dolayısıyla konut satışlarını sadece bireylerin temel bir ihtiyacını karşılamaya yönelik değil bir değer saklama aracı olarak da düşünülmesi gerekmektedir. Bireyler yatırım kararlarını verirken alternatif varlıklar arasında bir karar vermek durumundadır. Çünkü varlık olarak değerlendirildiğinde konut talebi diğer varlıkların reel getirisine de bağlıdır (Özçim, 2022). Bu kapsamda konut alımına alternatif olarak mevduat faizi, döviz ve altın gibi seçenekler bulunmaktadır. Dolayısıyla bu değişkenlerdeki değişimlerin konut satışları bir başka deyişle konut talebi üzerinde bir etkiye sahip olması beklenmektedir.

Konut satışları ile altın fiyatları, döviz kuru ve mevduat faizi gibi makroekonomik değişkenler arasındaki uzun dönem denge ilişkilerinin anlaşılması, politika yapıcılar ve araştırmacılar için de kritik öneme sahiptir. Çünkü konut piyasaları finansal piyasalar ve makroekonomik döngülerle derin bir şekilde iç içedir. Konut satışlarının ekonomik sisteme etkisi bazı durumlarda o kadar büyük çapta olabilir ki, ülke ekonomisine hatta tüm küresel sisteme etki etmesi mümkündür. Nitekim 2008 küresel finansal krizi ABD'de önce emlak piyasasını sonrasında tüm dünya ekonomisini etkisi altına almıştır (Araman, 2024). Dolayısıyla politika yapıcılar ve merkez bankası gibi karar alıcılar açısından konut piyasaları yadsınamaz bir öneme sahiptir.

İktisadi perspektiften bakıldığında pek çok makro değişkenin doğasında asimetrik davranışların olduğu bilinen gerçektir. Özellikle altın, döviz kuru gibi finansal serilerin farklı rejimlerde diğer değişkenler üzerinde farklı hareketler göstermesi de muhtemeldir.[1]Bu çalışmanın amacı da bu asimetrik davranışın konut talebi üzerindeki varlığını ve etkisini araştırmaktır.

Çalışmanın geri kalan kısmında sırasıyla genel bir literatür özeti, veri ve model yapısı, ampirik bulgular ve sonuç bölümüne yer verilecektir.

LITERATÜR

Türkiye için yapılan çalışmalara bakıldığında genellikle konut fiyat endeksi ve makro iktisadi değişkenler arasındaki ilişkinin ele alındığı görülmektedir (Coşkun ve Umut, 2016; Çelik ve Kıral, 2018; Özçim, 2022; Akyol Özcan, 2023; Sevgi, 2024). Bu çalışma ile benzer şekilde konut satışlarını bağımlı değişken olarak kullanan çalışmalar da bulunmaktadır. Şanlı ve Peker (2023), konut kredisi faiz oranı, dolar kuru, üretici fiyat endeksi sanayi üretim endeksi değişkenlerini kullanarak ARDL yaklaşımı ile analiz yapmışlardır. Kredi faiz oranı dışında diğer değişkenlerin konut satışlarını pozitif yönde etkilediğini ifade etmişlerdir. Han (2024), Poison regresyonla ile yapmış olduğu analizde artan faiz oranlarının, enflasyonun ve konut fiyat artışının konut satışları üzerinde negatif bir etkiye sahip olurken, gelirin (GSYİH) artırıcı bir etki yaptığını ifade etmektedir. Ünlü (2024) yerli ve yabancı açısından konut alımlarını iki farklı model ile analiz etmiştir. Çalışmada faiz oranları (konut kredisi), döviz kuru, altın fiyatları (gram altın) ile konut alımı arasındaki ilişkiyi (yerli için) modellemiştir. Ancak kullanılan değişkenler bu çalışmada ele alınan değişkenlerden farklılaşmaktadır.

VERI VE YÖNTEM

Konut satışları (KT) konut talebinin en doğrudan ve gözlemlenebilir göstergelerinden biridir. Dolayısıyla fiyat endekslerine kıyasla fiilen gerçekleşmiş bir durumu yansıttığı için talep tarafındaki değişimleri daha net bir biçimde ortaya koyacağı düşünülmüştür. Açıklayıcı değişken olarak kullanılan mevduat faiz oranı, hanehalkının tasarruf harcama tercihlerini ve konut alımının fırsat maliyetini ifade eden bir göstergedir. Benzer şekilde altın fiyatları da hanehalkı servet algısı ve portföy tercihlerini doğrudan etkileyebilmektedir. Döviz kurları da enflasyon beklentileri ve makro ekonomik belirsizliklere dayalı değer koruma güdüsüyle alternatif bir değer saklama aracı olarak değerlendirilebilmektedir. Bu çalışmada 2013-2024 dönemine ait aylık veriler kullanılmıştır. Tüm değişkenler logaritmik formda alınmış olup

[1] Burada rejimden kasıt değişkendeki pozitif ve negatif değişimler olarak ifade edilmiştir.

değişkenler arası ilişki şu şekilde tanımlanmıştır:

$$KT = f(FO, AF, DK) \quad (1)$$

Değişkenlere için açıklamalar Tablo 1'de sunulmaktadır:

Tablo 1: Veri Açıklamaları

Değişken	**Kısaltma**	**Tanımı**
Konut Talebi	KT	Toplam Satışlar (Adet)
Faiz Oranı	FO	1 Aya Kadar Vadeli (TL Üzerinden Açılan Mevduatlar)
Altın Fiyatı	AF	1 Ons Altın Londra Satış Fiyatı (ABD Doları/Ons)
Döviz Kuru	DK	(USD) ABD Doları (Döviz Satış)

Not: Tüm veriler Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası, Elektronik Veri Dağıtım Sistemi (EVDS)'nden alınmıştır.

Bu çalışmada konut talebi ile seçilmiş makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkiler, doğrusal olmayan zaman serisi yaklaşımı kullanılarak analiz edilmiştir. Konut piyasasında makroekonomik şokların yönüne bağlı olarak farklı tepkilerin ortaya çıkabileceği varsayımından hareketle, analizlerde Doğrusal Olmayan ARDL (NARDL) modeli tercih edilmiştir. Bu yaklaşım Pesaran vd. (2001) tarafından önerilen prosedürün

Shin vd. (2014) tarafından geliştirilerek daha esnek hale getirilmiş bir versiyonudur. Bu yaklaşım değişkenleri pozitif ve negatif şokların kısa ve uzun dönem etkilerinin ayrıştırılmasına olanak tanıyarak, doğrusal modellere kıyasla daha esnek bir analiz çerçevesi sunmaktadır. Değişkenler pozitif ve negatif bileşenlerine aşağıdaki şekilde ayrıştırılmıştır:[2]

$$DK_t^+ = \sum_{j=1}^{t} \Delta DK_j^+ = \sum_{j=1}^{t} \max(\Delta DK_j, 0) \quad (2)$$

$$DK_t^- = \sum_{j=1}^{t} \Delta DK_j^- = \sum_{j=1}^{t} \min(\Delta DK_j, 0) \quad (3)$$

$$AF_t^+ = \sum_{j=1}^{t} \Delta AF_j^+ = \sum_{j=1}^{t} \max(\Delta AF_j, 0) \quad (4)$$

$$AF_t^- = \sum_{j=1}^{t} \Delta AF_j^- = \sum_{j=1}^{t} \min(\Delta AF_j, 0) \quad (5)$$

[2] Çalışmada mevduat faiz oranı da kısmi bileşenlerine ayrılarak analiz edilmiş, ancak asimetrik bir bulgu elde edilemediği için modele bileşenlerine ayrıştırılmadan dahil edilmiştir.

NARDL çerçevesinde her bir açıklayıcı değişken, kısmi toplamlar yaklaşımı kullanılarak pozitif ve negatif bileşenlerine ayrılmıştır. Bu sayede ilgili değişkenlerde meydana gelen artışların ve azalışların konut talebi üzerindeki etkileri ayrı ayrı tahmin edilebilmiştir. Model, kısa dönem dinamikleri ile uzun dönem denge ilişkisini aynı anda içeren hata düzeltme biçiminde tahmin edilmiştir. Koşullu hata düzeltme modeli üzerinden NARDL(p,q) modeli şu şekilde oluşturulmuştur:

$$\Delta lnKS_t = \rho lnKS_{t-1} + \theta lnFO + \theta_1^+ lnAF_{t-1}^+ + \theta_1^- lnAF_{t-1}^- + \theta_2^+ lnDK_{t-1}^+ + \theta_2^- lnDK_{t-1}^- + \sum_{j=1}^{p-1} \gamma_j \Delta lnKS_{t-j} + \sum_{j=1}^{q-1} (\varphi_{1j}^+ \Delta lnAF_{t-j}^+ + \varphi_{1j}^- \Delta lnAF_{t-j}^- + \varphi_{2j}^+ \Delta lnDK_{t-j}^+ + \varphi_{2j}^- \Delta lnDK_{t-j}^+) + \varepsilon_t \quad (6)$$

Denklem (6)'nın EKK yöntemi ile tahmin edilmesinden sonra değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkiyi araştırmak için Pesaran vd. (2001) tarafından önerilen F_{PSS} testi uygulanmaktadır. Eşbütünleşmenin yokluğunu ifade eden temel hipotez $H_0 = \rho = \theta = \theta_1^+ = \theta_1^- = \theta_2^+ = \theta_2^- = 0$ şeklinde kurulmaktadır.

Ampirik Bulgular

NARDL yaklaşımı bağımsız değişkenlerin düzeyde durağan I(0) veya birinci farkta durağan I(1) olmasına izin vermektedir. Bu nedenle analiz öncesinde değişkenlerin bütünleşme dereceleri birim kök testleri yardımıyla incelenmiştir. Elde edilen bulgular Tablo 2'de sunulmaktadır.

Tablo 2: *Birim Kök Testi Sonuçları*

	ADF Birim Kök Testi		**KPSS Birim Kök Testi**	
	Test İstatistiği	Kritik Değer (%5)	Test İstatistiği	Kritik Değer (%5)
lnKS	-2.1674 (13)	-2.8820	0.5722 (4)	0.4630
lnFO	-1.3475 (3)	-2.8806	1.1646 (10)	0.4630
lnAF	2.4006 (3)	-2.8806	1.2389 (10)	0.4630
lnDK	0.8914 (2)	-2.8805	1.4654 (10)	0.4630
ΔlnKS	-5.8641 (12)	2.8820	0.0368 (8)	0.4630
ΔlnFO	-4.8239 (2)	-2.8806	0.0600 (7)	0.2443
ΔlnAF	-4.5426 (4)	-2.8809	0.0906 (4)	0.1460
ΔlnDK	-8.9245 (1)	-2.8805	0.2443 (4)	0.4630

Not: ADF testi için maksimum gecikme uzunluğu Schwert (1989)' a göre 13 olarak alınmış olup, AIC bilgi kriteri kullanılmıştır. (.) ADF için uygun gecikme uzunluğunu KPSS testi için band genişliğini ifade etmektedir.

Tablo 2 incelendiğinde değişkenlerin I(1) olduğu görülmektedir. Dolayısıyla analizin yapılmasında herhangi bir problem görünmemektedir. Ardından kısıtsız hata düzeltme modeli

üzerinden yapılan eşbütünleşme testi neticesinde hesaplanan F istastistiğinin %1 düzeyinde bile üst sınır değerinin üzerinde olduğu görülmektedir. Dolayısıyla değişkenler arasında bir eşbütünleşme ilişkisinin varlığından söz edilebilmektedir.

Tablo 3: *Uzun Dönem İlişkinin Testi*

F istatistiği	**Alt Sınır I(0)**			**Üst Sınır I(1)**		
10.1164	%10	%5	%1	%10	%5	%1
	2.08	2.39	3.06	3.00	2.39	3.06

Tablo 4: Uzun Dönem Katsayılar ve Ekonometrik Testler

	Uzun Dönem Katsayılar	Asimetri Testi (Wald Test)
$lnFO$	-0.0407	-
$lnDK^{+}$	-0.2854	$W_{LR}(DK) = 13.73^{**}$
$lnDK^{-}$	-0.4349	
$lnAF^{+}$	0.5995	$W_{LR}(AF) = 18.68^{**}$
$lnAF^{-}$	-0.3509	
$LM(1) = 0.57$	$BPG = 27.64$	$ECT = -1.408$

Not: W_{LR} uzun dönem asimetri testi için gerekli Wald istatistiğini, LM otokorelasyon testini, BPG değişen varyans testini, ECT hata düzeltme terimini ifade etmektedir. *,** sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlılığı ifade etmektedir.

Uzun dönem ilişkinin tespit edilmesinin ardından, tahmin edilen modelde otokorelasyon ve değişen varyansı testleri yapılmış ve ekonometrik bir sorun görülmemiştir. Ardından elde pozitif ve negatif bileşenlerin birbirine eşitliği test edilerek asimetrik ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı incelenmiştir. Elde edilen bulgulara göre döviz kuru ve altın fiyatlarında asimetrik etki bulunurken faiz oranlarında bulunamamıştır. Dolayısıyla faiz oranı değişkeni modele bileşenlerine ayrılmadan dahil edilerek Tablo 4'te uzun dönem katsayıları elde edilmiştir. Faiz oranının katsayısı negatif ve istatistiksel olarak anlamsızdır. Bu durum, uzun dönemde mevduat faiz oranının konut talebi üzerinde bir etkisi olmadığını ifade etmektedir. Döviz kurundaki artışlar ve azalışlar konut talebini negatif yönde etkilemekle birlikte, negatif değişimlerin etkisinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Altın fiyatlarındaki artışlar konut talebi üzerinde pozitif bir etkiye sahip iken azalışların konut talebi üzerindeki negatiftir. Ancak bu etki pozitif yöndeki etkiden daha zayıftır. Elde edilen hata düzeltme terimi negatif (-1.408) ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu bulgu, kısa dönemdeki meydana gelen dengesizliklerin oldukça hızlı bir şekilde dengeye geldiğini göstermektedir.

SONUÇ

Bu çalışma, 2013–2025 döneminde Türkiye'de konut satışlarının altın fiyatları, döviz kuru ve mevduat faiz oranlarındaki değişimlere verdiği tepkileri doğrusal olmayan bir çerçevede incelemiştir. Analizler, konut talebinin söz konusu makroekonomik değişkenlerdeki artış ve azalışlara simetrik olmayan biçimde yanıt verdiğini ortaya koymaktadır. NARDL modeli ile elde edilen bulgular, konut satışlarının özellikle döviz kuru ve altın fiyatlarındaki şoklara karşı belirgin asimetrik tepkiler sergilediğini göstermektedir. Döviz kurunda meydana gelen artış ve azalışların her ikisi de konut talebini olumsuz etkilemekle birlikte, kur düşüşlerinin etkisinin daha güçlü olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç, döviz kurundaki gerilemelerin konut piyasasında beklenen talep artışını her zaman tetiklemediğine ve belirsizlik kanalıyla talep üzerinde baskı oluşturabildiğine işaret etmektedir. Altın fiyatları açısından elde edilen bulgular, altın fiyatlarındaki artışların konut talebini artırıcı, azalışların ise konut talebini azaltıcı etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, altın fiyatlarındaki düşüşlerin konut talebi üzerindeki olumsuz etkisinin görece daha zayıf olduğu belirlenmiştir. Bu durum, altının hanehalkı portföy tercihleri ve servet algısı üzerinden konut talebiyle asimetrik bir ilişki içinde olduğunu düşündürmektedir. Mevduat faiz oranları için elde edilen sonuçlar ise, faiz oranlarının uzun dönemde konut satışları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin bulunmadığını göstermektedir. Bu bulgu, konut talebinin uzun dönemde yalnızca faiz kanalı üzerinden açıklanamayacağını (en azından kısa dönem mevduat faizine bakılarak) ve Türkiye özelinde konut piyasasının faiz dışı makroekonomik faktörlere daha duyarlı olabileceğini ortaya koymaktadır. Tahmin edilen hata düzeltme teriminin negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olması, kısa dönemde ortaya çıkan dengesizliklerin hızlı bir şekilde uzun dönem dengesine geri döndüğünü göstermektedir. Bu sonuç, Türkiye konut piyasasında ayarlama sürecinin güçlü olduğunu ve şoklara verilen tepkilerin kalıcı olmadığını ortaya koymaktadır.

Genel olarak elde edilen bulgular, konut talebini açıklamada simetrik varsayımlara dayalı doğrusal modellerin yetersiz kalabileceğini göstermektedir. Döviz kuru ve altın fiyatları gibi finansal değişkenlerin konut piyasası üzerindeki etkilerinin yönüne bağlı olarak farklılaşması, konut talebinin portföy tercihleri ve beklenti kanallarıyla yakından ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Bu yönüyle çalışma, Türkiye konut piyasasında makro ekonomik şokların doğrusal olmayan etkilerini ortaya koyarak literatüre katkı sunmaktadır.

Referanslar

Akyol Özcan, K. (2023). Konut Fiyat Endeksi Belirleyicileri Üzerine Bir Araştırma: Asimetrik Eş Bütünleşme Analizi. *EKEV Akademi Dergisi*, (93), 283-307.

Araman, S. (2024). Neoliberalizm ve Finansallaşma Bağlamında Derinleşen Konut Krizini Anlamak: 2008 Krizi ve Küresel Barınma Sorunu. *Uluslararası Ekonomi Siyaset İnsan ve Toplum Bilimleri Dergisi*, 7(4), 291-315.

Coskun, Y., & Umit, O. (2016). Türkiye'de Hisse Senedi ile Döviz, Mevduat, Altın, Konut Piyasaları Arasındaki Eşbütünleşme İlişkilerinin Analizi. *Business and Economics Research Journal,* 7(1), 47-69.

Çelik, C. & Kıral, G. (2018). Panel veri analizi ve kümeleme yöntemi ile Türkiye'de konut talebinin incelenmesi. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 32(4), 1009-1026.

Han, A. (2024). Türkiye'de konut satışlarına etki eden faktörler: Poisson regresyon analizi. *Gazi İktisat ve İşletme Dergisi*, 11(2), 122-135.

Özçim, H. (2022). Türkiye'deki Konut Satışı ile Tcmb Politika Faiz Oranı ve Konut Fiyat Endeksi Arasındaki İlişkinin Analizi. *Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi SBE Dergisi*, 12(1), 523-533.

Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. Journal of applied econometrics, 16(3), 289-326.

Schwert, G.W. (1989). Tests For Unit Roots: A Monte Carlo Investigation, NBER Working Paper t0073, https://doi.org/10.3386/t0073.

Shin, Y., Yu, B., & Greenwood-Nimmo, M. (2014). Modelling asymmetric cointegration and dynamic multipliers in a nonlinear ARDL framework. *In Festschrift in honor of Peter Schmidt: Econometric methods and applications* (pp. 281-314). New York, NY: Springer New York.

Şanlı, O., & Peker, O. (2023). Enflasyon, kur, faiz ve gelirin konut satışlarına etkisi: Türkiye örneği. *İktisat Politikası Araştırmaları Dergisi,* 10(1), 37-60.

Ünlü, M. (2024). Türkiye'de Konut Satışlarını Etkileyen Faktörlerin Yerli ve Yabancılar Açısından İncelenmesi. *Anadolu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 25(2), 545-569.

TÜRKİYE'DE İŞSİZLİK DEĞİŞMEZLİĞİ HİPOTEZİNİN ARAŞTIRILMASI: DOĞRUSAL OLMAYAN EŞBÜTÜNLEŞME TESTLERİNDEN BULGULAR

Doç. Dr. Yaşar Serhat YAŞGÜL
Marmara Üniversitesi/ İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü, İstanbul, Türkiye
ORCID: 0000-0001-6039-2155
Prof. Dr. Burak GÜRİŞ
İstanbul Üniversitesi/ İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü, İstanbul, Türkiye
ORCID: 0000-0003-0562-4130
Araş. Gör. Buğra POLAT
İstanbul Üniversitesi/ İktisat Fakültesi, Ekonometri Bölümü, İstanbul, Türkiye
ORCID: 0000-0003-4216-2633

ÖZET

Bu çalışmada Türkiye'de işsizlik değişmezliği hipotezi işgücüne katılım oranı ile işsizlik oranı arasındaki uzun dönem ilişki üzerinden test edilmektedir. Analiz için 2010–2025 yılları arasındaki mevsimsellikten arındırılmış işsizlik oranı (İO) ve işgücüne katılım oranı (İKO) çeyreklik serileri kullanılmaktadır. İlk olarak serilerin birim kök özellikleri geleneksel birim kök testleri ile belirlenmekte, ardından eşbütünleşme ilişkisi doğrusal olmamayı ve yapısal kırılmaları birlikte dikkate alan Fourier-ESTAR ve Fourier-LSTAR temelli Güriş ve Sedefoğlu (2024) ile Sedefoğlu ve Güriş (2024) testleriyle sınanmaktadır. Ayrıca KSS (2006) ve Enders ve Siklos (2001) gibi yaygın doğrusal olmayan eşbütünleşme testleri de uygulanmaktadır. Elde edilen bulgular, kullanılan tüm yaklaşımlar altında İO ile İKO arasında uzun dönemli bir eşbütünleşme ilişkisinin bulunmadığına işaret etmemekte ve Türkiye için işsizlik değişmezliği hipotezini desteklemektedir. Bu çerçevede, işgücüne katılım oranı ile işsizlik oranının uzun dönemde ortak bir denge sergilemediği, işgücü piyasası politikalarının değerlendirilmesinde doğrusal olmayan özelliklerin ve yapısal değişimlerin dikkate alınmasının önemini vurgulamaktadır. Böylece politika analizleri için uygulanabilir ve esnek bir çerçeve sunma imkanı bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: İşsizlik değişmezliği, Doğrusal olmayan eşbütünleşme testleri, İşsizlik

INVESTIGATING THE UNEMPLOYMENT INVARIANCE HYPOTHESIS IN TÜRKİYE: EVIDENCE FROM NONLINEAR COINTEGRATION TESTS

ABSTRACT

This study tests the unemployment invariance hypothesis for Türkiye through the long-run relationship between the labor force participation rate and the unemployment rate. The analysis uses quarterly, seasonally adjusted unemployment rate (UR) and labor force participation rate (LFPR) series for the 2010–2025 period. First, the unit root properties of the series are examined

using conventional unit root tests; then, the existence of cointegration is investigated via the Fourier-ESTAR and Fourier-LSTAR based tests proposed by Güriş and Sedefoğlu (2024) and Sedefoğlu and Güriş (2024), which jointly account for nonlinearity and structural breaks. In addition, widely used nonlinear cointegration tests such as KSS (2006) and Enders and Siklos (2001) are implemented. Overall, the results support the unemployment invariance hypothesis for Türkiye and indicate that UR and LFPR do not share a common long-run equilibrium relationship. The findings further highlight the importance of considering nonlinear dynamics and structural changes in labor market policy evaluation thereby providing a practical and flexible framework for policy analysis.

Keywords: Unemployment invariance, Nonlinear cointegration tests, Unemployment

GİRİŞ

İşsizlik oranı, bir ekonominin genel performansını ve toplumsal refah düzeyini yansıtan temel makroekonomik göstergelerden biridir. Makroekonomik politika yapıcıları açısından işsizlik oranı, para ve maliye politikalarının tasarımı, zamanlaması ve etkinliğinin değerlendirilmesinde referans alınan kritik bir değişken niteliği taşır. İşgücü piyasası ekonomik dalgalanmalara karşı en duyarlı alanlardan biri olduğundan istihdam düzeyi ile işsizlik oranı arasındaki etkileşimlerin anlaşılması iktisadi politika tasarımı açısından özel bir önem taşımaktadır. İşgücü piyasasındaki gelişmeler sadece kısa dönemli konjonktürel dalgalanmaları değil, aynı zamanda uzun dönemli büyüme dinamiklerini ve gelir dağılımını da yakından etkilemektedir.

Bu çerçevede işgücüne katılım oranı, çalışma çağındaki nüfusun ne kadarının fiilen işgücü piyasasında yer aldığını gösteren temel bir makroekonomik gösterge olarak öne çıkmaktadır. İşgücüne katılım oranı ekonominin potansiyel üretim kapasitesinin belirlenmesinde kilit bir değişken olup, emek arzının düzeyi ve etkinliği hakkında önemli bilgiler sunar. Bununla birlikte işgücüne katılım oranı, işsizlik oranının yorumlanmasında tamamlayıcı bir role sahiptir. İşsizlik oranındaki bir düşüş işgücüne katılım oranındaki gerilemeyle eş zamanlı gerçekleştiğinde, bu durum emek piyasasında gerçek bir iyileşmeden çok iş aramaktan vazgeçen bireylerin sayısındaki artışla açıklanabilir. Dolayısıyla katılım oranı, yalnızca işsizlik oranına bakıldığında gözden kaçabilecek gizli işsizlik ve umutsuz iş arayanlar gibi olguların ortaya çıkarılmasına yardımcı olur.

İşgücüne katılım oranı aynı zamanda demografik dönüşüm ve nüfusun yaşlanma sürecinin makroekonomik etkilerini anlamada da önemli bir gösterge işlevi görür. Nüfusun yaşlanması çalışma çağındaki nüfusun göreli payını azaltarak emek arzını daraltırken, işgücüne katılım

oranındaki artışlar bu olumsuz etkinin kısmen telafi edilmesine imkân tanıyabilir. Böylece emek arzındaki gerilemenin potansiyel hasıla üzerindeki baskısı sınırlanabilir ve uzun dönem büyüme görünümü daha elverişli bir düzeyde korunabilir.

İşsizlik oranı ile işgücüne katılım oranı emek piyasasının durumunu ve ekonominin genel performansını birlikte değerlendirmede kullanılan, birbirini tamamlayan iki temel makroekonomik göstergedir. İşsizlik oranı işgücü içinde yer alan bireylerden kaçının işsiz olduğunu gösterirken; işgücüne katılım oranı çalışma çağındaki nüfusun ne kadarının işgücü piyasasında aktif olduğunu ifade eder. Bu iki göstergenin eşanlı analizi emek arzı ve emek talebi arasındaki dengenin gizli işsizlik düzeylerinin ve potansiyel üretim kapasitesinin daha sağlıklı biçimde ortaya konulmasına imkân tanır. Makroekonomik açıdan bakıldığında hem düşük işsizlik oranı hem de yüksek işgücüne katılım oranı potansiyel hasılanın etkin biçimde kullanılmasına, vergi tabanının genişlemesine ve sosyal güvenlik sistemlerinin mali sürdürülebilirliğine önemli katkılar sunar.

Bu genel çerçeve içerisinde işsizlik değişmezliği hipotezi, işgücüne katılım oranındaki dalgalanmaların uzun dönemde işsizlik oranı üzerinde kalıcı bir etki yaratmayacağını ileri süren bir yaklaşım olarak ortaya çıkmaktadır. Söz konusu hipoteze göre, işgücü piyasasına veya toplam talebe yönelik şoklar başlangıçta işsizlik oranı üzerinde geçici dalgalanmalara yol açabilse de ücret belirleme süreçleri ve işgücü piyasasındaki denge mekanizmaları aracılığıyla bu etkiler zamanla telafi edilmektedir. Bu bakış açısına göre uzun dönem işsizlik oranı ağırlıklı olarak yapısal ve teknolojik faktörler tarafından belirlenmekte; işgücüne katılım oranındaki geçici hareketler ise kalıcı bir işsizlik etkisi yaratmamaktadır.

Bununla birlikte işsizlik değişmezliği hipotezinin ampirik geçerliliğine ilişkin çalışmalar farklı ekonometrik yöntemler ve farklı veri setleri kullanmaları sebebiyle oldukça heterojen sonuçlar ortaya koymuştur. Ampirik literatürde bu hipotez tartışmasız bir biçimde kabul görmemekte; özellikle farklı kurumsal yapılara sahip ekonomilerde sendikal yoğunluk, toplu sözleşme kapsamı, asgari ücret rejimi ve iş güvencesi düzenlemeleri gibi kurumsal faktörlerin işsizlik dinamikleri üzerinde anlamlı ve kalıcı etkiler yaratabildiği ortaya konulmaktadır.

Bu çalışma diğer çalışmalardan farklı olarak ekonomik yapıdaki doğrusal olmayan dinamikleri dikkate alan doğrusal olmayan eşbütünleşme testlerinin kullanımı ile işsizlik değişmezliği hipotezini araştırmaktadır. Çalışmanın takip eden bölümlerinde literatür taraması, ekonometrik metodoloji ve elde edilen ampirik bulgular sunulmuştur.

LİTERATÜR

Nguyen Van (2016), Avustralya için 1978–2014 dönemine ait aylık işsizlik oranı ve işgücüne katılım oranı verilerini kullanarak Johansen eşbütünleşme testi ve VECM yaklaşımını uygulamış ve bu iki değişken arasında uzun dönemli bir ilişki bulamamış ve Avustralya için işsizlik değişmezliği hipotezinin geçerli olduğu sonucuna varmıştır. Emerson (2011), Amerika Birleşik Devletleri için 1948–2010 dönemine ait aylık verilerle işsizlik oranı ve işgücüne katılım oranı arasında Johansen eşbütünleşme testi ve vektör hata düzeltme modelini kullanarak değişkenler arasında uzun dönemli bir eşbütünleşme ilişkisi bulmuştur ve ABD için işsizlik değişmezliği hipotezi reddedilmiştir.

Altuzarra, Gálvez Gálvez ve González Flores (2019), İspanya için 1987–2016 dönemine ait üçer aylık işsizlik ve işgücüne katılım oranı serilerini Johansen eşbütünleşme analizi ile incelemiş ve toplam ekonomi ile erkekler için işsizlik oranı ile işgücüne katılım oranı arasında uzun dönemli bir ilişki bulamamış; bu alt gruplar için işsizlik değişmezliği hipotezinin geçerli olduğu sonucuna varmışlardır. Buna karşılık, kadınlar için işsizlik oranı ile işgücüne katılım oranının eşbütünleşik olduğunu göstererek işsizlik değişmezliği hipotezini kadın işgücü için reddetmiştir. Tansel, Özdemir ve Aksoy (2016), Türkiye için 1983–2013 dönemine ait üçer aylık işsizlik ve işgücüne katılım oranı verilerini kullanarak Johansen eşbütünleşme testi ile işsizlik oranı ve işgücüne katılım oranı arasındaki uzun dönem ilişkiyi hem toplam hem de kadın ve erkekler için ayrı ayrı araştırmış ve hiçbir modelde eşbütünleşme bulamamışlardır. Böylece Türkiye için, işsizlik değişmezliği hipotezinin geçerli olduğu sonucuna varmışlardır. Oțoiu ve Țițan (2016), Romanya için 1996–2012 dönemine ait üçer aylık işsizlik oranı ve işgücüne katılım oranı verileriyle Johansen eşbütünleşme testini kullanarak yapılan analiz sonucunda bu iki değişken arasında uzun dönemli bir ilişki olup olmadığını incelemişlerdir. Yazarlar, toplam, kadın ve erkek işgücü için işsizlik ile işgücüne katılım oranlarının uzun dönemde ilişkisiz olduğu, dolayısıyla Romanya için işsizlik değişmezliği hipotezinin geçerli olduğunu tespit etmişlerdir. Congregado, Gałecka-Burdziak, Golpe ve Pater (2021), Polonya için 1995–2016 dönemine ait aylık işsizlik oranı ve işgücüne katılım oranı verilerini kullanarak önce çoklu yapısal kırılmalar içeren bir eşbütünleşme testi uygulamış, toplam işgücü ve her iki cinsiyet için işsizlik ile işgücüne katılım arasında uzun dönemli bir ilişki bulunmaktadır ve bu ilişki işsizlik değişmezliği hipotezinin reddi ile uyumlu olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Maridueña-Larrea ve Martín-Román (2024), altı Latin Amerika ülkesi için 2005–2019 dönemine ait üçer aylık işgücüne katılım ve işsizlik oranı serilerini Johansen eşbütünleşme

yaklaşımını kullanarak analiz etmiş ve işsizlik değişmezliği hipotezinin geçerliliğini ülke ve cinsiyet bazında test etmişlerdir. Çalışmada, altı ülke için de hem toplam hem de kadın ve erkekler için ayrı ayrı kurulan modellerde işsizlik oranı ile işgücüne katılım oranı arasında uzun dönemli bir ilişki bulunup bulunmadığına bakılarak, bazı ülke ve cinsiyet grupları için işsizlik değişmezliği hipotezinin doğrulandığı, bazıları için ise reddedildiği gösterilmiştir. Beverly, Stewart ve Neill (2025), ABD'nin Batı Virginia eyaleti için 1976–2022 dönemine ait aylık ve mevsimsel düzeltilmiş işgücüne katılım ve işsizlik verilerini kullanarak, yapısal kırılmaları dikkate alan zaman serisi yöntemleriyle işsizlik değişmezliği hipotezini test etmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre, örneklem alt dönemlere ayrıldığında Batı Virginia için işsizlik değişmezliği hipotezinin geçerli olduğu sonucuna varmışlardır.

EKONOMETRİK METODOLOJİ

Çalışmada 2010-1 2025-2 dönemine ait mevsimsellikten arındırılmış işsizlik oranı ve işgücüne katılım oranı verileri kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan veriler OECD den alınmıştır.

Bu çalışmada, eşbütünleşme testlerinin iki problemi olan yapısal kırılma ve doğrusal olmayan dinamikleri dikkate alan eşbütünleşme testlerinden Güriş ve Sedefoğlu (2024) testi ile Sedefoğlu ve Güriş (2024) testleri kullanılmıştır. Yapısal kırılmaların modellenmesinde yapısal kırılma sayısı, formu ve tarihi bilinmeyen yapısal kırılmaları modellemede kullanılan Fourier terimleri kullanılmıştır. Doğrusal olmayan dinamikler ise ESTAR ve LSTAR fonksiyonları aracılığı ile modellenmiştir.

İlk aşamada, değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişki aşağıdaki eşbütünleşme regresyonu ile tahmin edilmiştir:

$$y_t = d_t + \beta' x_t + e_t, \tag{1.1}$$

Burada y_t ve x_t I(1) değişkenleri göstermektedir. Deterministik terim, olası yapısal kırılmaları yakalamak üzere tek frekanslı Fourier fonksiyonu ile genişletilmiştir. Sadece sabit terimli sabit terim ve trendli modeller aşağıdaki gibi gösterilebilir.

$$d_t = \mu + \alpha_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \alpha_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) \tag{1.2}$$

$$d_t = \mu + \delta t + \alpha_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \alpha_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) \tag{1.3}$$

Burada T örneklem büyüklüğünü, k ise Fourier frekansını göstermektedir. Uygulamada, k=1,…,5 aralığındaki tamsayı değerler için model tahmin edilmekte, en küçük hata kareler

toplamını veren modelin frekansı optimal k olarak seçilmektedir. Bu yaklaşım, kırılmaların sayı, tarih ve biçimi hakkında ön bilgi gerektirmeden hem keskin hem de kademeli kırılmaları yakalamaya imkân tanımaktadır.

İkinci aşamada, eşbütünleşme ilişkisinin varlığı Fourier artıklarına dayalı üstel fonksiyona dayanan ESTAR ve Lojistik fonksiyona dayanan LSTAR model yapıları için aşağıdaki şekilde gösterilebilir.

ESTAR için:

$$\Delta e_t = \rho e_{t-1}[1 - \exp\{-\gamma e_{t-1}^2\}] + \sum_{j=1}^{p} \psi_j \Delta e_{t-j} + \varepsilon_t, \quad (1.4)$$

LSTAR için:

$$\Delta e_t = \rho e_{t-1}(1 + \exp\{-\gamma e_{t-1}\})^{-1} + \sum_{j=1}^{p} \psi_j \Delta e_{t-j} + \varepsilon_t, \quad (1.5)$$

şeklinde yazılmakta; burada p ise uygun gecikme sayısını ifade etmektedir. Testin temel ve alternatif hipotezleri sırası ile $H_0: \rho = 0,\ H_1: \rho < 0$ şeklinde kurulmaktadır

Geçiş parametresi γ yalnızca alternatif hipotez altında tanımlı olduğundan, tanımlanamayan parametre problemini aşmak için, Maki (2010) izlenerek ızgara arama (grid search) yönteminin kullanımı önerilmiştir. ρ parametresinin t-istatistiği hesaplanmış ve test istatistiği bu t-istatistiklerinin en küçük değeri olarak tanımlanmıştır. Kritik değerler Güriş ve Sedefoğlu (2024) testi ile Sedefoğlu ve Güriş (2024) çalışmalarında raporlanmıştır (Güriş ve Sedefoğlu, 2024; Sedefoğlu ve Güriş, 2024).

Ampirik Bulgular

İlk aşamada geleneksel birim kök testleri ADF ve PP testi uygulanmış ve sonuçlar Tablo 1 ‘de sunulmuştur.

Tablo 1: Birim Kök Test Sonuçları

		ADF		PP	
		Sabit	**Sabit ve Trend**	**Sabit**	**Sabit ve Trend**
İKO		-1.422173	-1.422173	-1.408353	-2.448014
	1%	-3.542097	-3.542097	-3.542097	-4.115684
	5%	-2.910019	-2.910019	-2.910019	-3.485218
	10%	-2.592645	-2.592645	-2.592645	-3.170793
İO		-1.726843	-1.652185	-1.629469	-1.630139
	1%	-3.544063	-4.118444	-3.542097	-4.115684
	5%	-2.91086	-3.486509	-2.910019	-3.485218
	10%	-2.59309	-3.171541	-2.592645	-3.170793

İKO: İşgücüne katılım oranı, İO: İşsizlik oranını göstermektedir.

Tablo 1'de ki sonuçlara göre işgücüne katılım oranı ve işsizlik serileri düzey değerleri ile durağan değildir. İkinci aşamada doğrusal olmayan zaman serileri literatüründe sıklıkla kullanılan KSS (2006) ve Enders ve Siklos (2001) testleri uygulanmış ve sonuçlar Tablo 2 'de sunulmuştur.

Tablo 2: Doğrusal Olmayan Eşbütünleşme Test Sonuçları

	KSS(2006)	**Enders ve Siklos(2001)**
İKO -İO	-2.396441	2.437108

Tablo 2 'de yer alan sonuçlara göre her iki testte de eşbütünleşme ilişkisinin varlığına rastlanmamıştır. Olası yapısal kırılmalar ve doğrusal olmamayı birlikte analize dahil etmek için Güriş ve Sedefoğlu (2024) testi ile Sedefoğlu ve Güriş (2024) test sonuçları Tablo 3'te raporlanmıştır.

Tablo 3: Güriş ve Sedefoğlu(2024) - Sedefoğlu ve Güriş(2024) Test Sonuçları

	Test İstatistiği	**1%**	**5%**	**10%**
ESTAR	-2.735	-4.84	-4.26	-3.98
LSTAR	-3.296	-4.76	-4.2	-3.91

Tablo 3 'ten elde edilen sonuçlara göre hem ESTAR hem de LSTAR model yapısını kullanan testlerde işgücüne katılım oranı ve işsizlik oranı arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunamamıştır. Bu durum işsizlik değişmezliği hipotezinin geçerli olduğunu göstermektedir.

SONUÇ

Bu çalışmada 2010–2025 dönemi için Türkiye'de işsizlik oranı ile işgücüne katılım oranı arasındaki eşbütünleşme ilişkisi incelenmektedir. Türkiye ekonomisinde işsizlik değişmezliği hipotezinin geçerliliğini incelemek için literatürdeki diğer çalışmaların aksine yapısal kırılmaları ve doğrusal olmamayı modelleyen eşbütünleşme testleri kullanılmıştır. Uygulanan doğrusal ve doğrusal olmayan eşbütünleşme testlerinden elde edilen bulgular, bu iki değişken arasında kalıcı bir uzun dönem denge ilişkisine dair güçlü bir kanıt sunmamaktadır. Bulgular işsizlik değişmezliği hipotezinin geçerli olduğunu göstermektedir. Bu sonuca göre, işgücüne katılım oranındaki dalgalanmaların uzun dönemde işsizlik oranı üzerinde kalıcı bir etki yaratmayacağını söylemek mümkündür. Genel olarak sonuçlar işgücü piyasasındaki ilişkileri incelenirken doğrusal olmayan özelliklerin yanı sıra olası yapısal değişimlerin de göz ardı edilmemesinin de yararlı olabileceğini ifade etmektedir.

KAYNAKÇA

Altuzarra, A., Gálvez Gálvez, C., & González Flores, A. (2019). Unemployment and labour force participation in Spain. Applied Economics Letters, 26(5), 345–350.

Beverly, J., Stewart, J., & Neill, J. (2025). The unemployment invariance hypothesis and the implications of added and discouraged worker effects in West Virginia. Empirical Economics, 64(4), 1289–1310.

Congregado, E., Gałecka-Burdziak, E., Golpe, A. A., & Pater, R. (2021). Asymmetry and non-linearity in discouraged and added worker effects: Evidence for Poland. The Journal of Economic Asymmetries, 24,

Emerson, J. (2011). Unemployment and labor force participation in the United States. Economics Letters, 111(3), 203–206.

Enders, W., & Siklos, P. L. (2001). Cointegration and threshold adjustment. Journal of Business & Economic Statistics, 19(2), 166–176.

Güriş, B., & Sedefoğlu, G. (2024). A proposal of nonlinear cointegration test with the flexible Fourier approach. Communications in Statistics – Simulation and Computation, 53(5), 2108–2118.

Kapetanios, G., Shin, Y., & Snell, A. (2006). Testing for cointegration in nonlinear smooth transition error correction models. Econometric Theory, 22(2), 279–303.

Maki, D. (2010). An alternative procedure to test for cointegration in STAR models. *Mathematics and Computers in Simulation, 80*(5), 999–1006.

Maridueña-Larrea, P., & Martín-Román, Á. (2024). The unemployment invariance hypothesis and the implications of added and discouraged worker effects in Latin America. Latin American Economic Review, 33(1), 1–25.

Nguyen Van, P. (2016). Examining the unemployment invariance hypothesis: The case of Australia. The Australian Economic Review, 49(1), 54–58.

Oțoiu, A., & Țițan, E. (2016). Does the unemployment invariance hypothesis hold for Romania? Applied Economics Letters, 23(12), 884–887.

Sedefoğlu, G., & Güriş, B. (2024). The Fourier approach and testing for cointegration in LSTAR model. Model Assisted Statistics and Applications, 19(1), 71–79.

Tansel, A., Özdemir, Z. A., & Aksoy, E. (2016). Unemployment and labour force participation in Turkey. Applied Economics Letters, 23(3), 184–187.

FİNANSAL PİYASALARDA GASLIGHTING: DAVRANIŞSAL MANİPÜLASYON, YATIRIMCI KIRILGANLIĞI VE ALGILANAN İRRASYONALİTE

Aysel KAVLAKOĞLU
Kastamonu Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Finans ve Bankacılık Bölümü
37150 Kuzeykent, Kastamonu
ORCID: 0009-0003-9526-1878
Tolga ULUSOY
Kastamonu Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü
37150 Kuzeykent, Kastamonu
ORCID: 0000-0002-4365-0877

ÖZET

Bu çalışma, psikoloji kökenli bir manipülasyon biçimi olan gaslighting kavramını davranışsal finans bağlamında ele alarak, yatırımcıların karar alma süreçlerinde maruz kaldığı algı yönlendirmesini incelemektedir. Gaslighting, bireyin gerçeklik algısının kasıtlı olarak çarpıtılması ve kişinin kendi yargılarına güven duyamaz hâle getirilmesi sürecidir. Bu tür bir manipülasyonun finansal piyasalarda nasıl tezahür ettiğini analiz etmek, özellikle yatırımcı davranışlarındaki irrasyonel eğilimleri sadece bilişsel sınırlılıklara değil, dışsal etkilere de dayandırmak açısından önem taşımaktadır. Finansal piyasalarda gazete başlıkları, sosyal medya yorumları, analist raporları ya da spekülatif söylemler yoluyla yatırımcının algısının sistemli biçimde yönlendirilmesi mümkündür. Bu yönlendirmeler yatırımcının kendi analizlerinden şüphe etmesine, piyasa sezgilerini bastırmasına ve karar yetisini üçüncü taraflara devretmesine yol açabilir. Bu durum, özellikle çelişkili verilerle karşı karşıya kalan bireylerde "karar yorgunluğu" ve "özgüven erozyonu" yaratmakta, böylece dışsal manipülasyonlara açıklığı artırmaktadır. Çalışma, bu psikolojik yönlendirmenin davranışsal finans teorileriyle (örneğin çerçeveleme etkisi, onaylanma yanlılığı, aşırı güven, sürü psikolojisi) nasıl etkileşim içinde olduğunu ortaya koymakta ve "finansal gaslighting" kavramını literatüre kazandırmayı önermektedir. Ayrıca yatırımcıların bu tür manipülasyonlara karşı nasıl direnç geliştirebileceğine dair öneriler sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Gaslighting, Davranışsal Finans, Yatırımcı Manipülasyonu

GASLIGHTING IN FINANCIAL MARKETS: BEHAVIORAL MANIPULATION, INVESTOR VULNERABILITY, AND PERCEIVED IRRATIONALITY

ABSTRACT

This study examines the psychological manipulation strategy known as gaslighting within the framework of behavioral finance, focusing on how investor decision-making processes can be influenced by distorted perceptions. Gaslighting refers to a deliberate effort to undermine an

individual's perception of reality, causing them to doubt their own judgment and awareness. Understanding how such manipulation manifests in financial contexts is critical to expanding behavioral finance beyond internal cognitive limitations, highlighting the role of external influences. In financial markets, investor perception can be strategically manipulated through media headlines, social media commentary, analyst reports, or speculative statements. Such influence may cause investors to question their own analyses, suppress their instincts, and ultimately delegate decision-making to external authorities. When exposed to conflicting data and volatile market conditions, individuals may experience "decision fatigue" and "confidence erosion," making them more vulnerable to external manipulation. This study explores the ways in which gaslighting overlaps with well-established behavioral finance theories such as the framing effect, confirmation bias, overconfidence, and herding behavior. It proposes the term "financial gaslighting" to conceptualize systematic perception distortion in financial decision-making and to encourage further interdisciplinary inquiry into how psychological power dynamics affect investor behavior. The paper also suggests potential strategies for strengthening investor resilience against such manipulation, including financial self-awareness training, media literacy, and decision-making autonomy reinforcement. By reframing irrational investor behavior not merely as a product of cognitive bias but also as a response to external manipulation, this study introduces a new dimension to behavioral finance literature.

Keywords: Gaslighting, Behavioral Finance, Investor Manipulation

GİRİŞ

Gaslighting" terimi genellikle örnekler üzerinden tanıtılan bir kavramdır. Bu olguya en klasik ve öğretici örnek, 1944 yapımı *Gaslight* filminde Gregory Anton'un eşi Paula'ya uyguladığı psikolojik manipülasyondur (Giannini, 2023: 746). Filmde Gregory, eşinin kendi akıl sağlığından şüphe duymasını sağlayacak biçimde gerçekliği sistematik olarak çarpıtması konu alınmaktadır. Sonrasında ise "gaslighting" kavramı, bir kişinin diğerini kendi algılarına, yargısına ve kararlarına güvenemez hâle getirecek şekilde manipüle etmesi anlamında kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde "gaslighting" kavramı, yalnızca bireysel bir istismar biçimi olarak değil, aynı zamanda toplumsal bir güç ve yönlendirme aracı olarak da değerlendirilmektedir. Gaslighting daha net tanımı ile, bir kişinin algısının kasıtlı olarak çarpıtılması, kendine güven duygusunun sistematik biçimde zedelenmesi ve gerçeklik algısının bozulması şeklinde tanımlanabilir. Bu süreçte fail, mağdurun kendi düşünce ve duygularından şüphe duymasını sağlayarak kontrolü elinde tutar (Calef & Weinshel, 1981).

Her ne kadar genellikle yakın ilişkilerde örneğin “erkeklerin kadınlara” ya da “yöneticinin çalışanına” uyguladığı bir manipülasyon biçimi olarak görülse de, gaslighting çok daha geniş bir toplumsal çerçevede ortaya çıkmaktadır. Aile, iş yeri, eğitim ortamı, ya da sosyal medya gibi farklı bağlamlarda güç ilişkiler üzerinden yeniden üretilmektedir. Bu durum, aslında gaslighting’in bireysel bir psikolojik sorun olmanın ötesine geçerek, toplumsal güç dinamiklerinin bir yansıması olarak da karşımıza çıkmaktadır.

Gastlighting sürecinde mağdur, çoğu zaman içinde bulunduğu manipülasyon sürecini ilk aşamada fark edemez. Gerçeklik algısının sarsılması, kişiyi daha derin bir bağımlılık ve mağduriyet döngüsüne sürükler. Bu manipülasyona maruz kalan kişilerin neden ilişkilerini bitirmeyip birlikte olmaya devam ettikleri merak edilmektedir. Bunun nedeni, kurbanın içinde bulunduğu ilişkinin şiddetinin boyutunu anlamlandıramaması olabilir. Ya da kurban, partneri tarafından kendisine duygusal şiddet uygulandığının farkında olmuyor olabilir; çünkü fail, o kadar ikna edici bir biçimde manipülasyon sergilemektedir ki, kurban gerçeklik algısını yitirip haksız olanın kendisi olduğunu düşünüp kendini suçlamaktadır (Akdeniz ve Cihan, 2024: 147). Bu açıdan bakıldığında, gaslighting sadece bireysel ilişkilerde değil, karar süreçlerinde de etkili bir manipülasyon biçimi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Finansın psikolojik ve bilinçsel boyutunu ele alan davranışsal finans çerçevesinde, var olan önyargılar, zihni manipüle ederken finansal kararlarda da oldukça etkin rol oynamaktadır. Bu bağlamda algının çarpıtılması ve zihinsel manipülasyon ve algı kontrolü finansal piyasalarda da kendini göstermektedir. “Finansal gastlighting” olarak adlandırmak istediğimiz bu durum, içsel ve dışsal manipülasyon ve algı kontrolünün, bireylerin piyasa bilgilerini yanlış yorumlamasına ve rasyonel olmayan finansal tercihlerin benimsemesine, böylelikle de kişilerin yatırım kararlarında yanlış seçimlerde bulunmasına yol açabilmesi olarak tanımlanabilir.

Finansal piyasalarda gözlenen “davranışsal önyargılar ve “zihinsel kısayollar bu duruma örnek teşkil etmektedir. Özellikle yatırım kararlarında gaslighting; medya manipülasyonu, piyasa söylentileri, çevresel etkilenmeler (ki biz buna sürü psikolojisi diyoruz) gibi davranışsal finans teorileriyle birlikte ele alındığında bireyin seçim yönetimi ve karar verme süreçlerindeki etkisini anlamak açısından önemli bir bakış oluşturmaktadır. İnsanlar, başkalarının davranış ve seçimlerini gözlemleyerek kendi karar verme süreçlerinde onlardan etkilenebilirler. Bu durum, sürü psikolojisi kavramını ortaya çıkarmaktadır. Kişinin kendi gözlem ve analizlerini görmezden gelerek, seçimlerini başkalarının davranış ve tercihleri doğrultusunda yapma eğiliminde olması sürü psikolojisidir. Bu sosyal süreç, bireyin farkında olmadan ya da engel

olamadığı nedenlerle kendi seçim ve kararlarının çarpıtılması sonucunu doğurmaktadır. Yatırım kararlarında da, kişinin kendi tercih ve gözlemlerinden ziyade çevresinde gözlemlediği ya da duyduğu tercihlere göre hareket etmesine sıkça rastlanmaktadır (Yoldaş, 2024). Özellikle sosyal medyanın yaygınlaşması ile birlikte, bireylerin başkalarının hayatlarına ve karar süreçlerine erişimi oldukça kolaylaşmıştır. Başkalarının analiz ve seçimlerinin doğruluğuna inanarak hareket etmek, piyasalarda balonların oluşmasına zemin hazırlamaktadır. Bu durum sürü psikolojisinin hem bireysel hem de toplumsal düzeyde etkilerini açıkça ortaya koymaktadır. Kişilerin karar ve tercihlerini etkileyen faktörler arasında, toplumsal baskının yanı sıra, başkalarına inanma eğiliminin de önemli bir rol oynadığı gözlemlenmektedir.

Karar vericiler arasındaki bireysel farklılıkların karar alma sürecini etkilediği yaygın olarak kabul edilse de, bazı araştırmacılar bu farklılıkların yalnızca kişisel özelliklerden değil, aynı zamanda problemlerin ve çözüm alternatiflerinin bireylere nasıl sunulduğundan da kaynaklanabileceğini öne sürmektedir. Tversky ve Kahneman (1981) bu durumu "çerçeveleme etkisi" (framing effect) olarak adlandırmışlardır. Bu etkiye göre, aynı içerikteki bir problem veya seçenek, farklı biçimlerde ifade edildiğinde bireylerin kararları üzerinde anlamlı farklılıklar yaratabilmektedir (Şahin, 2021: 735). Burada bahsi geçen , sunum şeklinin kişinin algısını etkileyebilmesi ve karar vericinin farkında olmadan zihnine yerleşen etki karar aşamasında devreye girmesidir. Aslında burada gizli etki söz konusudur ve kişi farkında olmadan etkisi altında kaldığı seçeneği seçme eğilimindedir.

Farklı bir davranışsal önyargı çeşidi olan aşırı güven sorunsalın da benzer durum söz konusurdur. Aşırı güven yatırımcılar için yatırım kararlarının oldukça kolay manipüle edilmesine neden olabilmektedir. Aynı zamanda aşırı güven sahibi yatırımcılar, aldıkları risk düzeyini doğru yorumlamada eksiklik yaşama eğilimindedirler. Kendi yatırımlarına ve kararlarına aşırı güven duyan yatırımcı, geniş bir perspektiften bakamayıp yaptığı tüm yatırımları ve aldığı tüm kararları doğru varsayıp doğrusundan şaşmaz ve var olan riski göremez (Sansar, 2016: 141). Bu da zihninde sadece kendi doğrusu olan bir yatırımcı ortaya koymaktadır.

Aynı şekilde, kendini doğrulama önyargısı da bireyin yalnızca kendi inançlarını ve doğru varsaydığı görüşleri kabul etmesine yol açmaktadır. Birey, kendi inancını doğrulayan bilgilere ilgi gösterirken, zıt görüşlere karşı ilgisiz kalmaktadır. Oysa yatırımda doğru yaklaşım, geniş bir perspektiften bakabilmeyi gerektirir (Aytekin ve Aygün, 2016: 149). Ancak bu önyargı

kapsamında, kişi ikna olduğu stratejiyi destekleyen görüşlere önem verirken, kendi kabullerini savunmayan yaklaşımlara çok daha az ilgi göstermektedir.

Bu tür davranışsal önyargılar, yatırımcının kendi zihinsel süreçlerini sağlıklı değerlendirememesine yol açarak, bireyin kendini bilinçsizce manipüle ettiği bir "içsel gaslighting" durumunu ortaya çıkarabilir. Yatırımcı hem dış bilgileri algı yaratarak ele almakta hem de kendi kararlarının doğruluğuna inanarak eleştirel düşünme becerisini zayıflatmaktadır. Bu durum, gerçekte var olabilecek riskleri inkâr etmesine ve alternatif stratejileri göz ardı etmesine neden olur. Böyle bir durumda yatırım kararlarında rasyonellikten uzaklaşan birey, kendi zihinsel yapısını sorgulamaz hale gelir. Tüm bu süreç, gaslighting'in bireyin algılarını çarpıtması ile benzerlik göstermektedir.

Aşinalık önyargısı ise bireylerin önceden aşina oldukları seçenekleri tercih etme eğilimidir. Kişi, kendisine yakın hissettiği ya da önceden bilgi sahibi olduğu alternatifleri daha cazip bulma eğilimindedir. Örneğin, bireyin çalıştığı şirketin hisse senedine yatırım yapması bu duruma örnek olarak gösterilebilir. Bu tür tercihler, kişiye daha güvenilir gelmektedir (Nofsinger, 2014: 87). Bu bağlamda, bireyin zihinsel olarak tanıdığı unsurlara karşı bir yatkınlık geliştirmesi ve kendi kararlarını farkında olmadan içsel olarak manipüle etmesi söz konusudur.

Yukarıda belirtildiği üzere, gaslighting genellikle bireyin gerçeklik algısının başkaları tarafından çarpıtılması olarak tanımlanmaktadır. Ancak burada ortaya çıkan durumda, manipülasyonun dışsal değil, bireyin kendi iç dünyasında da gerçekleşebildiği görülmektedir. Bu durumda fail de mağdur da aynı kişidir.

Finansal iletişimde kurumsal açıklamalar, medyada sık görülen analistler, bu analistlere ait raporlar, sosyal medya üzerindeki influencer içerikleri ile sosyal medyada yer alan kullanıcı yorumları gaslighting benzeri söylemsel pratiklerin oluşmasına yol açabilmektedir. Bu amaçla gaslighting tarafında davranışsal manipülasyon üretilip üretilmediği ile yatırımcı kırılganlıklarının davranışsal manipülasyon çerçevesinde gaslighting'e yol açıp açmadığının belirlenmesi bu manada önemlidir. Rasyonalite / irrasyonelite kavramlarından yola çıkarak sistematik bir biçimde piyasa aktörlerinin, kurumların analistlerin ve medyanın yatırımcı algısını hangi gaslighting taktikleriyle şekillendirmeye çalıştığı; yatırımcıyı yanlış algıladığı, abarttığı ya da anlamadığı çizgisine iten bir anlayış çoğunlukla manipülatif tekniklerin başında gelmektedir. Panik satışlarının tetiklenmesi, aşırı güven, otoriteye teslimiyet, hatta asimetrik / simetrik bilgi kavramları ile birlikte psikolojiden finansa bilimselleşen çalışmalarla birlikte eski yatırımcı, yeni yatırımcı, irrasyonel yatırımcı çerçevesine fikirler uydurulmaya çalışılmaktadır.

Küçük yatırımcı ya da yeni yatırımcı nezdinde normalleştirilmesi ile sorumluluğun küçük yatırımcıya kaydırılması yine gaslighting kapsamında ele alınmalıdır. Gaslighting ile ilgili olarak KAP (Kamuyu Aydınlatma Platformu)'daki açıklamalar, basın bültenleri, yatırımcı sunumları, aracı ve analist dili ile tekrardan ele alınarak; strateji raporları, hedef fiyat güncellemeleri ve hisse sahibi şirket içinden notlamalar (içerinde öğrenenlerin ticareti/ insider trading kapsamında) sanki rasyonel bakışlardan süzülmüş ve anlatılmış gibi gösterilmektedir. Ekonomi haberleri, köşe yazıları, TV yorumları ise medyanın görünen yüzü olmakla birlikte internet erişimi kadar manipülatif davranışlara zemin hazırlamaktadır. Bu manada; Telegram, discord ya da TikTok kanallarına erişim ise gaslighting'in sosyal medya ayağını oluşturmaktadır.

PSİKOLOJİ BAKIŞ AÇISI İLE GASLİGHTİNG

Gaslightng kavramı ilk olarak klinik psikolojide kendine yer bulmuş ve bireyin gerçeklik algısının hissettiğinden farklı olarak sistematik biçimde çökmesinin sağlanması süreci için kullanılagelmiştir. 1980'lerde "gaslighting" (duygusal manipülasyon) terapötik uygulamada bir terim haline geldi ve şimdi de günlük dilde kullanılmaya başlandı (Abramson,2014). Burada mağdurun algıları, anıları, duyguları ve yargılarını değiştirmeye yönelik ve belirli periyotlar ile kendini sorgulama eyleminde bulunması için zorlamaya yönelik söylem ve davranışlar ile karakterizedir. Hightower (2017) 'ye göre gaslighting, hedef alınan kişinin gerçekliğini ve zihinsel istikrarını sarsmak için kullanılan çeşitli manipülasyonları içeren bir durumdur. Yine Hightower (2017), Gavin (2011)'den aktardığına göre istismar genel olarak, aşağılama, korkutma ve sözlü veya fiziksel saldırılar gibi kasıtlı taktikler yoluyla başka bir kişi üzerinde kontrol ve güç sağlama amacı taşıyan davranış olarak tanımlanır. Darke vd., (2025)'te gaslighting'in kişisel veya maddi kazanç için kullanılan bir tür aile içi istismar, çiftler arasında bir kişilerarası iletişim biçimi ve yapısal gücün bir ifadesi olarak çerçevelenmesi gibi etkileri olduğu belirtilmektedir. Kökenini Sweet (2019) şu biçimde açıklar:

Gregory, Paula'nın benlik algısını ve günlük yaşamını baltalamayı, gerçekliğini karıştırmayı ve çarpıtmayı amaçlar; böylece Paula, kendi gerçekliği yerine onun dayattığı gerçekliği kabul etmek zorunda kalır.Patrick Hamilton'un 1938'deki eserinden esinlenerek hazırlanmıştır."

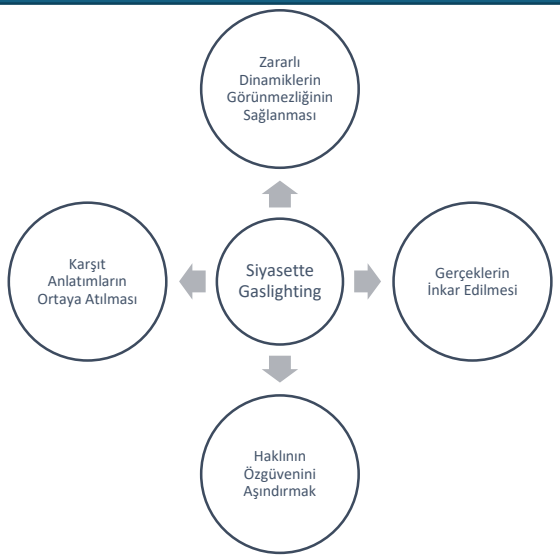
Ayrıca Sweet (2019'a göre gaslighting'i körükleyen ana etken daha geniş perspektifte aile için eşitsizlik, güç dengesizlikleridir. Adair (2025)'e göre ise manipülasyon çerçevesinden, duygusal ve psikolojik istismarın bilinçli olarak yapıldığı gaslight, mağdurda algı ve hafızada bozulmalar, duygusal sıkıntı, sosyal izolasyona sebep olmaktadır. Genellikle güç dengesizliği

ile bilgi asimetrisinin gaslighting'i araçsallaştıran en önemli unsur olduğu açıktır. Burada algıyı bozan sürecin rastlantısal olmadığı genellikle, oyunlaştırılmış bir biçimde kendini otorite figürü olarak konumlandıran kişi tarafından ortaya konduğu bilinmektedir. Kendini güç sahibi olarak gören ve otorite olarak adlandıran kişi mağdurun yanlışlığı görmesi ile birlikte oyuna başlar. Mağdurun abarttığı, gereğinden fazla tepki gösterdiği ya da yanlış hatırlamış olabileceği gibi söylemlerde bulunur. Sorun daima mağdurda gösterilir. Gaslighting'in en önemli dinamiği budur. Gaslight mağdurun söylemlerini değersizleştirirken, otoriteyi mutlak güç halinde sunar. Stark (2019) buna anlatılanlara ek olarak üç iddiayı savunmaktadır. Bunlar; Manipülatif gaslighting'in kadın düşmanlığını uygulama yöntemi olduğu, genellikle kolektif bir olgu olduğu ve kolektif olması nedeniyle psikolojik baskı biçimi olarak nitelendirilmesidir.

İstiqomah (2025) gaslighting'in mağdurların bağımsız hareket etme yeteneğini kısıtladığını ortaya koymuştur. Öyle ki farkında olmadan romantik ilişkilerde dahi gaslighting'in manipülasyon döngüleri kullanılmaktadır. Psikolojik şiddet ise bu noktada en çok kadının etrafındaki iyiliği korumak için gösterdiği çaba ya da şefkatli (anaç) rolünü göstermek üzere yer aldığı bir konumda ortaya çıkar. Sengkey ve Sona (2024)'ya göre gaslighting davranışına maruz kalan kurbanların yaşadığı psikolojik etkiler kafa karışıklığı, hayal kırıklığı, kaygı, stres ve düşük öz saygı olmaktadır. Gaslighting mağdurlarının yaşadığı davranışsal etkileri ise şu şekilde belirtmişlerdir: Tartışmacı davranışların ortaya çıkması, gaslighting yapan kişiyi ikna etme çabası, kendi görüşlerinden şüphe duymaya başlama, karar vermekte zorlanma, çatışmadan kaçınmak için boyun eğme ve sessiz kalma ve gaslighting yapan kişiye bağımlı hale gelme.

KLİNİK BAĞLAMDAN SOSYO-EKONOMİK BAĞLAMA GEÇİŞ

Gaslighting kavramı klinik psikolojinin araştırma konusu olarak özellikle kadınların ruhsal istismar konularından birisi olmuştur. Bireysel hatta karşıt cinsler arasndaki ilişkilerin açıklanması ile ilgili olan kavram, sonrasında sosyal, politik ve ekonomik alanlarda da çalışmalara konu olmaya başlamıştır. Rietdijk (2024) karşı anlatıların ortaya atılması, eleştirmenlerin itibarsızlaştırılması ve az çok açık gerçeklerin inkâr edilmesinden yola çıkarak politik gaslighting kavramına geçiş yapmıştır.

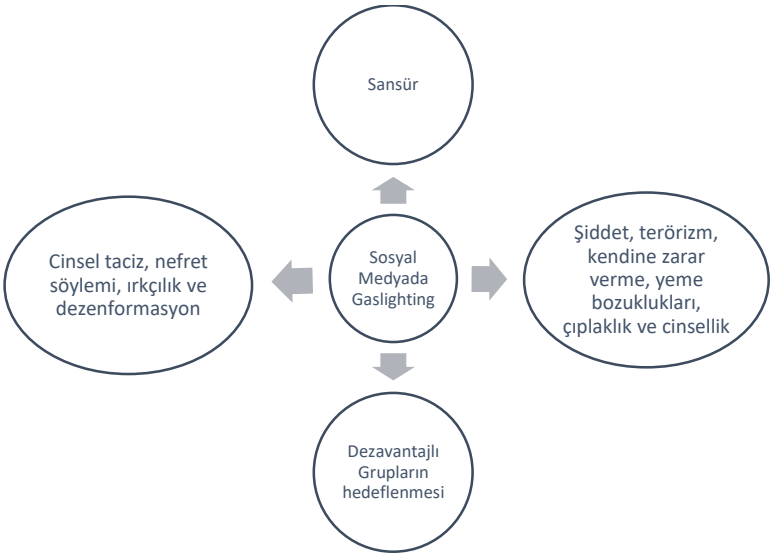


Şekil 1: Politik Eksende Gaslighting Dinamikleri. Rietdijk (2024) anlatılanlardan yola çıkılarak yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

Irkçı gaslighting kavramı ise beyaz üstünlüğüne dayalı bir devlet iktidar yapısının varlığını gizleyen anlatılar ile kendini göstermektedir. Irkçı manipülasyonun bir diğer çeşidi olan gaslighting, konuya direnenleri hastalıklı gibi göstererek beyaz üstünlüğüne dayalı bir gerçekliği sürdüren ve normalleştiren siyasi, sosyal, ekonomik ve kültürel süreç olarak görülmektedir (Davis ve Ernst, 2020). Hatta bir ülkede, vatandaşları mevcut kanıtlardan kopuk inançlara yönlendirerek demokratik siyasete özgün bir tehdit oluşturmanın yolu olarak da açıklanmıştır (Beerbohm ve Davis, 2023). Eğitim Politikası ve Siyasetinde Irkçı Manipülasyon ile (Gaslighting) Mücadele adlı araştırmada; Vue ve Ly (2025) eğitimin her zaman siyasi bir savaş alanı ve hem ırksal boyun eğdirmenin hem de özgürleşmenin merkezi olduğundan hareketle, eğitim, ırkçı yaklaşımlar ile gaslighting kavramlarını incelemişlerdir. Shane vd. (2022) gaslighting kavramının sosyal medya platformlarındaki bilgi çarpıtmaya (dezenformasyon) verilen tepkileri nasıl şekillendirdiğini sormuşlar ve 2020 sonrasında gaslighting örneklerinin sosyal medyada oldukça artmaya başladığını anlattıkları çalışmada, kavramın yaygınlaştıkça itiraza dirençli, kendi kendini doğrulayan ve kendi kendini gerçekleştiren aldatma kaygılarını daha fazla arttırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Abu-Laban ve Bakan (2022) ise gaslighting kavramını Filistin karşıtı söylemler ekseninde araştırmışlardır.

Divon vd. (2025) gaslighting'in, sosyal medya platformları için yaygın bir iletişim stratejisi haline geldiğini ve otomatik ve insan kaynaklı platform iletişimlerinin kullanıcıların deneyimleriyle, kanıtlarıyla ve araştırmalarıyla doğrudan çeliştiğini kanıtlamaktadırlar. Ayrıca

araştırmacılar, kullanıcılar veya gruplar tarafından gerçekleştirilen ancak platformlar tarafından kolaylaştırılan manipülasyonlar tarafından mümkün kılınan zararların çok daha büyük olduğunu belirtmektedirler. Sosyal medya platformları *kasıtlı olarak zararlı veya adaletsiz kararlar almak üzere tasarlanmamıştır*. Fakat sosyal medyada bir araya gelen bireylerin söylemleri süreçleri karmaşıklaştırmaktadır.



Şekil 2: Sosyal Medya Ekseninde Gaslighting Dinamikleri.
Divon (2025) anlatılanlardan yola çıkılarak yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

Nandy and Kumar (2022) Covid-19 ile ilgili ölümlerin artmasıyla birlikte, koronavirüsün yayılmasından kaynaklanan krizle mücadelede hükümetin rolünü eleştiren paylaşımların çoğunlukla gaslighting tabanlı olduğunu belirtmişlerdir. Dahası hastanelerde uzun süreli covid yaşayan hastaların sağlık personelleri ile gaslighting ile karşı karşıya kaldıkları da araştırma konusu olmuştur (Au vd., 2022). Öte yandan iklim ve çevre konusunda bilgi kirliliğinin sonucu, iklim okuryazarlığının azalması ile birlikte sahte iklim haberleri yine gaslighting kapsamında manipülasyona açık alanların bir diğer örneği olarak görülmektedir (López,2022)

Anelli ve Patanè (2023) piyasanın yükselişi ve düşüşü aşamalarında, piyasa fiyatlandırmasının "gaslighting etkileri" ürettiğini ve ortalamaya geri dönme davranışının (yani, karşıt görüşlülüğün) katılımcıların gerçeklikten psikolojik sapmanın farkında olmasının sonucu olduğunu varsaymaktadırlar. Bu manada şirketlerin kasıtlı olarak gerçekleri inkar etmesi ve yarattıkları sorunlardan başkalarını özellikle dezavantajlı grupların başında gelen kadınları suçlaması bir diğer varsayımdır (Neelyü,2024). Buradan yola çıkarak iş yerlerinde krizlerin

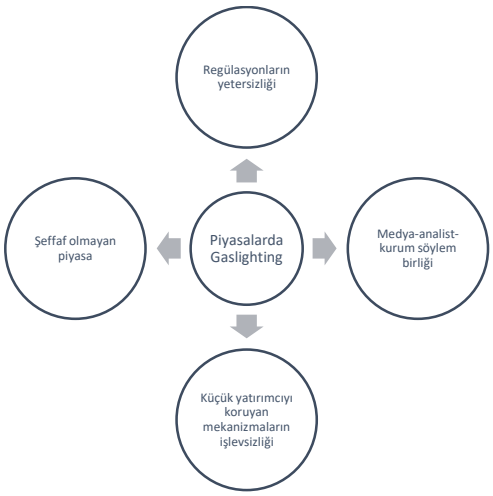
oluşma öncesinde bahane edilerek işten çıkarılmaların ekonomik yükünü çeken yine kadınlar olduğu görülmektedir. Örgütteki cinsiyetçilik kendini gaslight olarak göstermektedir. Sporcuların müsabakalardaki durumlarının incelenmesi ise bir başka tartışma konusu olmuştur. Singh, A., ve Boruah, (2024) bilişsel müdahale yoluyla ortaya çıkan gaslighting'in olumsuz etkilerinin, sporcuların enerjisini, özgüvenini, motivasyonunu ve sakinliğini azaltabileceği ve konsantrasyon ve performans seviyelerini bozabileceğinden hareketle kadın sporcuların gaslighting karşısında hangi durumlara maruz kalabileceklerini araştırmışlardır. Twyford vd. (2025) te ise Avusturalya'daki yaşlı bakım hizmetleri sektöründe bakıma muhtaç yaşlılar ile bakımda bulunanlar ile ilgili finansallaşmanın sağlanması (kendi kendine yetme/yardımlarda bireyselleşme) ile ilgili hususlarda finansal gaslighting'in nasıl kullanıldığı ve hangi sonuçları tartıştığı belirtilmektedir. Bir diğer çalışmada ise kamu bankalarının portföylerini düzenlemek ile durumdan faydalanmak ve karlılığını arttırmak için iklim krizi ile ilgili algı oluşturup oluşturmadığı ve bunun gaslighting açısından değerlendirilmesi ele alınmıştır (Peterson ve Downie,2025).

YATIRIMCI KIRILGANLIĞI VE ALGILANAN İRRASYONALİTE

Rasyonalite yatırımcının tam bilgiye sahip olduğu ve yatırımlarında tüm alternatifler içerisinde ona en çok faydayı getirecek ve minimum maliyetle işlem yapabileceği varsayımına dayanmaktadır. Rasyonel birey en iyi koşullar altında en doğru kararı veren etkin piyasada yüksek verimli portföyler ile yatırımda bulunan bireydir. Sınırlı rasyonalitede ise bireyin bilgiye erişimi kısıtlıdır. Çoğunlukla yarı etkin formda bulunan piyasa ile karakterize edilir. En iyi değil optimal derecede iyi kavramı ile aynı zamanda rasyonel bireyin yatırım yaptığından daha maliyetli yatırım yaptığını da ortaya koyar. Sınırlı rasyonalitede hevristikler kullanılarak yatırım yapılır. İrrasyonalitede ise mantık dışı br takım kararlar ile aşırı duygusal tepkilerin neden olduğu davranışlar, birbiriyle çelişen tutarsız davranışlar yatırımcı da klinik boyuta doğru götürebilir. Özellikle panik satışlar, aşırı özgüven, ana paranın karşılayamayacağı kaldıraçlı işlemlerle oluşan bencil davranışlar bu kategoriye girmektedir.

Yatırımcı kırılganlığı planlanmış bir yatırımı olan gerçek veya tüzel kişilerin asimetrik bilgi, psikolojik ve sosyal kırılganlıklar, politik riskler ya da piyasadaki belirsiz güç ilişkileri karşısında savunmasız hale gelerek algı/duygu/söylemlerden etkilenmesi ve kararsız hale gelmesi olarak tanımlanmıştır. Yatırımcının doğru bilgiye erişememesi ile erilebilir bilginin sağlıklı işlenmesi sırasında yaşadığı kafa karışıklığı, kendi kararlarına olan güvenini kaybedecek etkilerde bırakılması bu kavramın ana nedenleri arasında yer almaktadır. Yatırımcı

bir kez kırılgan hale geldi mi sonrasında gaslighting dâhil tüm manipülasyonlara açık hale gelecektir. Karmaşık finansal ürünler ile bu ürünler hakkında yapılan yorumlar gaslighting'in en fazla karşılaşıldığı alanların başında gelmektedir. Yatırımcı kırılganlığının davranışsal finans ile birlikte düşünüldüğünde korku, pişmanlık, stres, özgüvensizlik belirtileri göstermesi olağandır. Sorunun sürekli bir biçimde yatırımcının kendisinde olduğu algısının piyasa tarafında yaratılması bu noktada gaslighting gelişimi için önemli bir basamaktır. Bu noktada yazılı/görsel ve özellikle sosyal medya aracılığı ile sistematik riskler düşünülmeden "başarısızlık bireysel kararlara bağlıdır" algısı gaslighting kapsamında ele alınmalıdır. Öte yandan gaslighting piyasayı kuran ve har daim kazanmaya programlanmış piyasa otoriteleri tarafından regülasyonların yetersizliği, şeffaf olmayan piyasa, medya-analist-kurum söylem birliği, küçük yatırımcıyı koruyamayan mekanizmaların suçlanmasının önüne geçecek ve yatırımcı sistem nedeniyle değil sorunun kendinde olduğu algısı ile karşı karşıya bırakılacaktır.



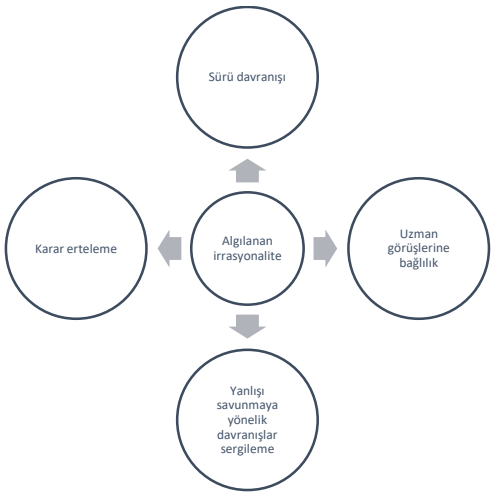
Şekil 3: Yatırımcı Kırılganlığı Ekseninde Gaslighting Hangi Unsurların Üzerini Kapatıyor? Yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

Şekil 3 piyasalarda gaslight kavramının neyin üzerine örtmek üzere yapıldığını anlatmaktadır. Yatırımcıya gaslight uygulanarak, piyasa yapıcı/büyük oyuncu/masayı kuran tarafından sorunun bu alanlarda değil kendilerinden kaynaklandığı izlenimi verilmektedir. Buradan anlaşıldığı üzere aslında gaslighting yatırımcı kırılganlığını daha da derinleştirir. Bireyin yatırımlarında karar alma süreçlerini etkileyen ve algısını bozan söylemler eşliğinde rasyonel değerlendirme kapasitesinin zayıflaması durumu olarak açıklanabilir.

Burada temel olarak sorulması gereken soru gerçek irrasyonelite mi yoksa algılanan irrasyonalite mi olduğudur. Gerçekten irrasyonel davranan yatırımcı bilişsel olarak hata yapabilir. Bu kısımda kararlarından şüphe duyma ya da kendi bilgi ve sezgilerinin

değersizleşmesi söz konusu değildir. Yalnızca çevresinden etkilenerek karar verdiğini düşünebilir ki bu noktada bile yatırımcının yanlış karar verdirildiği ya da yanıltıldığına dair fikri olabilir. Kırılgan olan piyasalarda yanlış kararlar verilmesi ise manipülasyon dışı bir durumdur. Burada çoğunlukla yatırımcının spekülasyonundan bahsedilir. Fakat piyasa kırılganlığı yerini yatırımcı kırılganlığına bırakırsa burada işler değişir. Yatırımcının gerçekten irrasyonel davrandığı için mi yoksa irrasyonel davranmaya itildiği için mi yanlış kararlar verdiği sorgulanır. Bireyin gaslight temelli olarak *"sürekli yanlış olan piyasa mı yok sa ben mi?"* sorusuyla yüzleşmesi kendisinin değersizleşmesi hissi ile çok daha fazla ben yanıtı vermesi ile sonuçlanır. Gaslight sonuçta yatırımcıyı küçük yatırımcı, bilinçsiz yatırımcı, finansal okuryazar olmayan yatırımcı, panik satış yapan yatırımcı olarak adlandırmaya başlar ve sürekli dış otoritelerin fiyat yorumlarını temel alan yatırımcılar için irrasyoneliteyi içselleştirme aşamasına geçilmiş olur.

Yatırımcı algı bozulması yaşadığında ise yaşadığı sorunu aslında herkes tarafından yaşanıyormuş gibi normalleştirmeye başlar. Sistem sorunlu olsa bile gaslight, örneğin içeriden öğrenenlerin ticaretini yapanların, manipülasyonda bulunanların bile sebebini küçük yatırımcı davranışına indirger. Yatırımcının gaslighting'e uğraması sonucu algılanan irrasyonelitenin yatırımcıya getirdiği davranışsal sonuçlar Şekil 4'te gösterilmiştir.



Şekil 4: Algılanan irrasyonelite ekseninde gaslighting hangi davranışsal sonuçlara yol açıyor?Yazarlar tarafından hazırlanmıştır.

Burada irrasyonel karar çerçevesinden bakan yatırımcıların aşırı denecek duygusal tepkiler vermesi, mantık dışı genellemeler ile tutarsız davranışlar içinde olması çelişkiler yaşadığından bahsederken yatırımcıların asla rasyonel olamadıklarını söylemek yanlış olmaz. Öyle ki

rasyonel olmayan bireyler için davranışsal iktisat kuramları sonucu psiko-sosyal sonuçlara bağlamıştır. Davranışsal iktisadın hangi teorilerinden yola çıkarak bunun söylenmiş olabileceği bu yazının konusu değildir. Ancak irrasyonellikten kaçınan yatırımcının dahi sınırlı irrasyonalite ile karar verdiği söylenebilir. Gaslighting bu noktada yatırımcıya kriz dönemlerinde hissettiği duyguları yaşatarak yanlış ve acele karar verdirebilir.

Sonuç ve Değerlendirme

Gaslighting ve finansal karar alma süreçlerinde yatırımcı davranışlarının irrasyonalite boyutu ile birlikte kavramsal değerlendirme yapılan bu çalışma literatürdeki tek çalışmadır. Gaslighting bir manipülasyon tekniği olarak ele alındığında genel manipülasyon örnekleri ile değerlendirilir. Fakat gaslighting davranışının burada önemi daha çok cinsiyet üzerinden geliştirilmiş olmasıdır. Bu çalışmada gaslighting ile genel insan davranışı üzerinde bulunulmasına karşın genel manipülasyonda kendini doğrudan yetersiz hissettirme ya da klinik bulgu yaşatacak kadar etkileme söz konusu olmamaktadır. Manipülasyonda yatırımcı geri dönülebilir belirtiler yaşamakta gaslighting de ise geri dönülemez sonuçlar ile karşılaşılabilmektedir. Burada aslında kişilik açısından zayıflıklar gösteren insanların gaslightinge maruz kaldığı bunların dışında güçlü karakter yapısına sahip yatırımcıların ise maruziyet yaşamayacaklarına dair inanç olsa da psikoloji literatürü ile bu alanda yazılmış yayınlara bakıldığında gaslightigin sistematik bir süreç olarak uygulandığında hemen hemen aynı etkileri herkesin de göstereceği açıktır.

KAYNAKÇA

Abramson, K. (2014). Turning Up The Lights On Gaslightıng. Philosophical Perspectives, 28, 1–30.

Abu-Laban, Y., & Bakan, A. B. (2022). Anti-Palestinian racism and racial gaslighting. The Political Quarterly, 93(3), 508-516.

Adair, J. (2025). Defining gaslighting in gender-based violence: A mixed-methods systematic review. Trauma, Violence, & Abuse, 15248380251344316.

Akdeniz, B., & Cıhan, H. (2024). Gaslighting and interpersonal relationships: Systematic review. Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar, 16(1), 146-158.

Al Istiqomah, A., & Rakhmawati, F. (2025). Psychological and Behavioral Impact: Exploring Gaslighting to Control Woman in Romantic Relationship Using Speech Acts Theory. IDEAS: Journal on English Language Teaching and Learning, Linguistics and Literature, 13(1), 1735-1747.

Anelli, M., & Patanè, M. (2023). The “Perpetually” Efficient Stock Market Nonsense: The Gaslighting Effects. Journal of Finance and Investment Analysis, 12(2), 1-10.

Au, L., Capotescu, C., Eyal, G., & Finestone, G. (2022). Long covid and medical gaslighting: Dismissal, delayed diagnosis, and deferred treatment. SSM-Qualitative Research in Health, 2, 100167.

Aytekin, Ö. G. Y. E., & Aygün, D. D. M. (2016). Finansta Yeni Bir Alan “Davranişsal Finans”. Yüzüncü Yıl Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi(2), 143-156.

Beerbohm, E., & W. Davis, R. (2023). Gaslighting citizens. American Journal of Political Science, 67(4), 867-879.Davis, A. M., & Ernst, R. (2020). Racial gaslighting. In The politics of protest (pp. 47-60). Routledge.
Calef V, Weinshel EM (1981) Some Clinical Consequences Of İntrojection: Gaslighting, Psychoanal Q, 50: 44-66.
Darke, L., Paterson, H., & van Golde, C. (2025). Illuminating gaslighting: A comprehensive interdisciplinary review of gaslighting literature. Journal of Family Violence, 1-17.
Divon, T., Are, C., & Briggs, P. (2025). Platform gaslighting: A user-centric insight into social media corporate communications of content moderation. Platforms & Society, 2.
Gavin, H. (2011). Sticks and stones may break my bones: The effects of emotional abuse.
Hightower, Erin (2017) An Exploratory Study of Personality Factors Related to Psychological Abuse and Gaslighting William James College ProQuest Dissertations & Theses, 10642512.
Journal of Aggression, Maltreatment & Trauma, 20(5), 503-529,
Kirk-Giannini, C. D. (2023). Dilemmatic gaslighting. Philosophical Studies, 180(3), 745-772.
López, A. (2022). Gaslighting: fake climate news and big Carbon's network of Denial. In The Palgrave handbook of media misinformation (pp. 159-177). Cham: Springer International Publishing.
Nandy, R., & Kumar, S. (2022). Whose Narrative? Political Counternarratives and Citizen Gaslighting on Social Media. ADAMARTS, 3.
Neely, M. T. (2024). Gaslighted in the Risk Economy: How Crises Impact Inequality in the Workplace.
Nofsinger, J. R. (2014). Çeviri: Sümeyra Gazel, Yatırım Psikolojisi, 5. Baskı, Nobel Akademik Yayıncılık Eğitim Danışmanlık. Ankara.
Peterson, M., & Downie, C. (2025). Are public banks gaslighting on climate finance? Analysing policies governing gas infrastructure. Climate Policy, 1-14.
Rietdijk, N. (2024). Post-truth politics and collective gaslighting. Episteme, 21(1), 229-245.
Sansar, N. G. (2016). Değişen Finansal Akımlar: Rasyonalizmden Davranışsal Finans Yaklaşımına. İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 3(2), 135-150.
Sengkey, M. M. & Shaima Banu Illahibaccus-Sona, S. B. (2024). Psychological and behavioral impacts of early adult women victims of gaslighting behavior in romantic relationships. INSPIRA: Indonesian Journal of Psychological Research, 5(1), 38–48.
Shane, T., Willaert, T., & Tuters, M. (2022). The rise of "gaslighting": debates about disinformation on Twitter and 4chan, and the possibility of a "good echo chamber." Popular Communication, 20(3), 178–192.
Singh, A., & Boruah, B. (2024). Understanding the influence of socio-economic status, gaslighting, and cognitive interferences on athletic mental energy and subjective vitality: a study of urban and rural sport performers. SN Social Sciences, 4(12), 234.
Stark, C. A. (2019). Gaslighting, misogyny, and psychological oppression. The monist, 102(2), 221-235.
Sweet, P. L. (2019). The Sociology of Gaslighting. American Sociological Review, 84(5), 851-875.
Şahin, G. (2021). Çerçeveleme Etkisi: Asya Hastaliği Probleminin Gerçeğe Dönüşü Covid 19 Problemi. Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 12(3), 734-741.
Tversky, A., & Kahneman, D. (1981). The framing of decisions and the psychology of choice. science, 211(4481), 453-458.
Twyford, E., Rowe, R., & Andrew, J. (2025). Financial gaslighting: The financialisation of care in later life. Critical Perspectives on Accounting, 101, 102788.
Vue, R., & Ly, K. T. (2025). Countering Racist Gaslighting in Education Policy and Politics: A Critical Race Discourse Analysis. The Journal of Higher Education, 96(7), 1436–1462.
Yoldaş, C. Cemre Yoldaş: Yatırımcı Psikolojisi: En Büyük Düşmanınız Sizsiniz!. Para Analiz (2024)

BRICS-T ÜLKELERİNDE BÜYÜME DİNAMİKLERİ: TİCARET, FİNANS, NÜFUS VE YOLSUZLUK ETKİLERİNİN PANEL ARDL İNCELEMESİ

Doç. Dr. Nigar ALEV
VAN Yüzüncü Yıl Üniversitesi
ORCID: 0000-0002-0154-6211
Doç. Dr. Mustafa TORUSDAĞ
VAN Yüzüncü Yıl Üniversitesi
ORCID:0000-0002-8839-0562

ÖZET

Bu çalışma, 2012–2024 dönemi BRICS-T ülkelerinde ekonomik büyüme dinamiklerini, ticari açıklık, finansal gelişme, nüfus artış hızı ve yolsuzluk değişkenleri çerçevesinde incelemektedir. Dinamik Panel ARDL yöntemi ve Havuzlanmış Ortalama Grup (PMG) tahmincisi kullanılarak, değişkenler arasındaki kısa ve uzun dönemli ilişkiler analiz edilmiştir. Uzun dönemde nüfus ve yolsuzluk büyümeyi olumlu etkilerken, ticari açıklık ve finansal gelişme negatif etkiler göstermektedir. Kısa dönemde ise sapmalar hızlı bir şekilde uzun dönem dengesine dönmekte, finansal gelişme ve yolsuzluk büyümeyi baskılamaktadır. Ülke bazlı analizler, etkilerin ülkeden ülkeye farklılık gösterdiğini ve Rusya ile Güney Afrika'da ticari açıklığın, Hindistan, Çin ve Türkiye'de finansal gelişmenin belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır. Bulgular, BRICS-T ülkelerinin ekonomik yapılarının farklı olduğunu ve büyümeyi destekleyecek yapısal reformların önemini vurgulamaktadır.

Anahtar kelimeler: BRICS-T, Ekonomik Büyüme, Finansal Gelişme Panel ARDL

GROWTH DYNAMICS IN BRICS-T COUNTRIES: A PANEL ARDL ANALYSIS OF THE EFFECTS OF TRADE, FINANCE, POPULATION, AND CORRUPTION

ABSTRACT

This study investigates the economic growth dynamics of BRICS-T countries over the period 2012–2024, focusing on the roles of trade openness, financial development, population growth, and corruption. Using a dynamic panel ARDL approach with the Pooled Mean Group (PMG) estimator, both short- and long-term relationships between the variables are examined. Long-term results show that population growth and corruption positively affect economic growth, whereas trade openness and financial development have a negative impact. In the short term, deviations from the long-run equilibrium are corrected rapidly, with financial development and corruption exerting a dampening effect on growth. Country-specific results reveal

heterogeneous effects: trade openness supports growth in Russia and South Africa, while financial development negatively affects growth in India, China, and Turkey. Overall, the findings highlight the diverse economic structures and growth drivers in BRICS-T countries, emphasizing the need for targeted structural reforms and policy measures tailored to each country's specific conditions.

Keywords: BRICS-T, Economic Growth, Financial Development, Panel ARDL

1.GİRİŞ

Kurumsal iktisat yaklaşımı, neo-klasik iktisadın bazı varsayımlarındaki sınırlılıkları gidermeye yönelik daha kapsayıcı ve gerçekçi öneriler geliştirmektedir. 19. yüzyılın sonu ve 20. yüzyılın başlarından itibaren sosyal bilimler alanında giderek artan etkisi, ekonomik ve toplumsal yapıların anlaşılmasında önemli bir paradigm shift olarak değerlendirilmektedir. Kurumsal iktisat, bireylerin davranışlarını ve toplumsal düzenin oluşumunu açıklayarak, ekonomik performansın sürdürülebilirliğinin yapısal sorunların çözümü ile mümkün olduğunu savunmaktadır (Karataş, 2023: 48).

Bu yaklaşım çerçevesinde, yolsuzluk olgusu, kamu yetkisinin özel çıkarlar doğrultusunda kötüye kullanılması olarak tanımlanmakta ve ekonomik gelişmenin önündeki en temel yapısal engellerden biri olarak ele alınmaktadır. Yolsuzluğun ortaya çıkmasında ekonomik, politik, kültürel ve psikolojik faktörler etkili olmaktadır (Husted, 1999). Politik belirleyiciler arasında siyasal istikrar, demokrasi düzeyi ve bürokrasi etkinliği yer alırken; ekonomik belirleyiciler ise gelir dağılımındaki adalet, ücret ve fiyat sistemi ile ekonomik dışa açıklık gibi unsurları kapsamaktadır. Ayrıca, toplumun etnik ve kültürel yapısı, eğitim düzeyi, cinsiyet eşitliği ve kentleşme gibi unsurlar da yolsuzluğun oluşumunda belirleyici psikolojik ve kültürel faktörler olarak öne çıkmaktadır (Gerni vd., 2012; Eren ve Künü, 2018: 1470-1471).

Ekonomik ve siyasal kurumların niteliği, bir ülkenin kaynaklarını etkin kullanabilmesi ve piyasa istikrarını sağlayabilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Mülkiyet haklarının korunması, politik ve ekonomik özgürlüklerin sağlanması, siyasal istikrarın güvence altına alınması ve yolsuzluk algısının düşük olması, yatırımlar için güvenli bir ortam yaratmakta ve pozitif dışsallıkların oluşmasına katkı sağlamaktadır (Karataş, 2023: 48). Yolsuzluk, yalnızca az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerle sınırlı kalmayan, ekonomik, politik, sosyolojik ve kültürel boyutları olan çok yönlü bir olgudur. Uluslararası Şeffaflık Örgütü (Transparency International), yolsuzluğu "karar alıcının, şahsi çıkar ve kazancını güvence altına almak için sahip olduğu gücü ve otoriteyi istismar etmesi" olarak tanımlamaktadır. Literatürde genellikle

az gelişmiş ülkeler üzerinden ele alınan yolsuzluk, gelişmiş ülkelerin ekonomik ve politik işleyişini de önemli ölçüde etkilemektedir (Erdoğan, 2019: 212).

Bu çalışmanın amacı, BRICS-T ülkelerinde ticari açıklık ve finansal gelişmenin yolsuzluk üzerindeki etkilerini ampirik olarak incelemektir. Özellikle bu ülkelerdeki ekonomik dışa açıklık ve finansal gelişim düzeylerinin yolsuzluk algısı ile ilişkisi, kurumsal iktisat perspektifi çerçevesinde değerlendirilmekte ve mevcut literatüre katkı sağlanması hedeflenmektedir.

2.LİTERATÜR İNCELEMESİ

Yolsuzluk ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki literatürde genel olarak iki bakış açısıyla ele alınmaktadır: Birincisi, yolsuzluğun ekonomik büyümeyi olumsuz etkilediği, ikincisi ise belirli koşullar altında büyümeyi hızlandırabileceği görüşüdür.

Leff (1964) ve Huntington (1968), "Etkin Yağlama Hipotezi" kapsamında yolsuzluğun ekonomik süreçleri bazı durumlarda hızlandırabileceğini öne sürmüştür. Bu yaklaşıma göre yolsuzluk, bürokrasinin tıkanan çarklarını "yağlayarak" yatırımların ve projelerin gerçekleşme hızını artırabilir (Erkal vd., 2014: 147). Erdoğan (2019: 213) da benzer şekilde, az gelişmiş ülkelerde yolsuzluğun sermaye birikimini hızlandırarak kısa vadede GSYİH artışına katkı sağlayabileceğini ifade etmektedir. Huang (2012) ile Ali vd., (2010) de bazı ülkelerde yolsuzluğun ekonomik büyümeyi olumlu etkileyebileceğini göstermiştir. Powell vd. (2010) ise, ekonomik özgürlüğün sınırlı olduğu ülkelerde yolsuzluğun bürokratik gecikmeleri kısaltarak büyümeyi destekleyebileceğini vurgulamıştır. Öte yandan, literatürün büyük bir bölümü yolsuzluğun ekonomik büyümeyi olumsuz etkilediğini ortaya koymaktadır. Mauro (1995), 58 ülkeyi kapsayan çalışmasında, yolsuzluğun yatırımlar üzerinden ekonomik büyümeyi negatif etkilediğini göstermiştir. Tanzi & Davoodi (1998), yolsuzluğu teşvik eden arz ve talep kaynaklı faktörleri ele alırken, Karagöz ve Karagöz (2010) Türkiye özelinde 1980–2005 döneminde büyümeden yolsuzluğa doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi bulmuştur. Mo (2000) ve Gyimah-Brempong (2002), yolsuzluğun yatırım, beşeri sermaye ve politik istikrar kanalları üzerinden büyümeyi negatif etkilediğini ortaya koymuştur. Podobnik vd. (2008), 1999–2004 döneminde yolsuzluk endeksinde bir puanlık iyileşmenin büyümeyi %1,7 artırdığını, Avrupa özelinde ise %2,4'lük bir artış sağladığını göstermiştir. Benzer şekilde, Yakar ve Cebeci (2007), Farida vd. (2008), Göktan (2009) ve Meon ve Sekkat (2005) çalışmalarında yolsuzluğun ekonomik büyümeyi olumsuz etkileyen mekanizmalarını detaylandırmışlardır. 1990'lı yıllardan itibaren yapılan araştırmalar, yolsuzluğun kişi başına düşen geliri azalttığını ve ekonomik büyüme sürecini yavaşlattığını ortaya koymaktadır (Karataş, 2023: 3; Yorulmaz,

2017: 192; Erkal vd., 2014: 143–144). Türkiye özelinde yapılan çalışmalar da benzer sonuçları doğrulamaktadır (Yüksel, 2010; Baldemir vd., 2009). Drury vd. (2006) ise demokratik ve demokratik olmayan ülkelerde yolsuzluğun etkilerini karşılaştırmış; demokratik olmayan ülkelerde yolsuzluğun ekonomik büyümeyi olumsuz etkilediğini göstermiştir.

Gerni vd. (2012), Uğur ve Dasgupta (2011) çalışmalarında, gelişmekte olan ülkelerde yolsuzluk ve büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu, ancak ilişkinin çoğunlukla yolsuzluktan büyümeye doğru daha güçlü bir eğilim gösterdiğini ortaya koymuştur. Shera vd. (2014) ile Beşel ve Savaşan (2014) ise, Türkiye ve gelişmiş ülkeler örneklerinde yolsuzluğun ekonomik büyümeyi olumsuz etkilediğini ampirik olarak göstermişlerdir. Finansal gelişme, finansal araç ve kurumların sayısının ve çeşitliliğinin artışıyla tanımlanmaktadır. Finansal sistemin büyüklüğü ve istikrarı, finansal araçlara erişimi kolaylaştırmakta ve ekonomik kalkınmayı doğrudan etkilemektedir (Afşar ve Afşar, 2010: 51–54).

Kurumsal kalitenin zayıf olduğu ülkelerde, finansal gelişmenin ekonomik refahı artırmakta ve eşitsizliği azaltmakta sınırlı etkisi olduğu belirtilmektedir (Chong & Gradstein, 2007). Rajan & Ramcharan (2015), zayıf politik kurumların finansal sistemin verimliliğini sınırlayabileceğini ifade ederken, Cournede vd. (2015) finansın sermaye alıcıları ve hükümet politikaları yoluyla kapsayıcı büyümeyi teşvik edebileceğini vurgulamaktadır (Adams ve Mensah Klobodu, 2016: 791–792).

3.VERİ SETİ MODEL

Bu çalışmada, 2012–2024 dönemi BRICS-T ülkeleri için ekonomik büyüme performansı; ticari açıklık, finansal gelişme, nüfus artış hızı ve yolsuzluk değişkenleri çerçevesinde analiz edilmektedir. Yolsuzluk verileri IMF sitesinden, diğer değişkenlere ait veriler ise Dünya Bankası'ndan elde edilmiştir. Analizde kullanılan değişkenlerin fonksiyonel gösterimi aşağıdaki gibidir:

$$BUYM_{it} = f(DISACK_{it}, FINSL_{it}, NUFUS_{it}, YOLSZLK_{it})$$

4.BULGULAR

Bu bölümde, modelden elde edilen Panel ARDL (PMG) tahmin sonuçları, etki-tepki fonksiyonları ve ülke bazlı analizler sistematik şekilde sunularak, her değişkenin ekonomik büyüme üzerindeki rolü ve anlamlılığı değerlendirilecektir.

4.1.Tanımlayıcı İstatistikler

Tablo 1: Tanımlayıcı İstatistikler

	BUYM	DISACK	FINSL	NUFUS	YOLSZLK
Mean	3.563821	46.21515	74.37707	0.777294	38.26923
Median	3.362000	46.40263	55.39215	0.794098	40.00000
Maximum	11.81000	81.17013	194.1660	2.030223	50.00000
Minimum	-6.169000	24.31973	43.91396	-0.352221	22.00000
Std. Dev.	3.599907	11.72730	40.39159	0.565143	5.701841
Gözlem	78	78	78	78	78

Tablo 1'deki tanımlayıcı istatistikler, 78 gözlem üzerinden BRICS-T ülkelerinin genel görünümünü özetlemektedir. Ortalama %3,56 olan ekonomik büyümenin %-6,16 ile %11,81 arasında değişmesi, ülkeler ve dönemler arasında belirgin dalgalanmalar olduğunu göstermektedir. Dışa açıklık oranının ortalama %46,21 olması orta düzeyde küresel entegrasyona işaret ederken, değer aralığının genişliği ticaret politikalarındaki farklılıkları ortaya koymaktadır. Finansal serbestleşme göstergesindeki yüksek standart sapma ülkeler arası finansal ayrışmayı, nüfus değişkenindeki negatif değerler ise bazı ülkelerde nüfus artışının yavaşladığını göstermektedir. Yolsuzluk göstergesindeki geniş dağılım kurumsal ve yönetişim farklılıklarına işaret ederken, ortalama ve ortanca değerlerin yakınlığı verilerin genel olarak dengeli olduğunu göstermektedir.

4.2.Korelasyon Analizi

Araştırmanın temel bağımlı değişkeni olan ekonomik büyüme (BUYM) ile diğer açıklayıcı değişkenler arasındaki ilişkileri ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilen korelasyon analizi sonuçları Tablo 2'de sunulmaktadır.

Tablo 2: Korelasyon Analizi

	BUYM	DISACK	FINSL	NUFUS	YOLSZLK
BUYM	1	0.2362	-0.3174	0.0022	-0.2328
DISACK	0.2362	1	-0.3382	0.4195	0.0595
FINSL	-0.3174	-0.3382	1	-0.3635	0.2447
NUFUS	0.0022	0.4195	-0.3635	1	0.6334
YOLSZLK	-0.2328	0.0595	0.2447	0.6334	1

Korelasyon analizi sonuçlarına göre ekonomik büyüme (BUYM) ile dışa açıklık (DISACK) arasında pozitif ancak zayıf bir ilişki bulunmaktadır (0.2362); bu durum, dış ticaretteki artışın büyümeyi sınırlı da olsa destekleyebileceğini düşündürmektedir. Buna karşılık, finansal serbestleşme/gelişmişlik (FINSL) ile büyüme arasında orta düzeyde ve negatif yönlü bir ilişki (-0.3174) tespit edilmiş, yolsuzluk (YOLSZLK) ile büyüme arasındaki ilişkinin de negatif

olduğu (-0.2328) görülmüştür; her iki bulgu da incelenen dönemde bu faktörlerin büyüme performansını olumsuz etkileyebileceğine işaret etmektedir. Nüfus (NUFUS) ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin ise yok denecek kadar zayıf olması (0.0022), nüfus büyüklüğünün büyüme üzerinde doğrudan bir etkisinin bulunmadığını göstermektedir. Öte yandan, bağımsız değişkenler arasındaki korelasyonların 0.80 eşik değerinin altında kalması, kurulacak ekonometrik modelde ciddi bir çoklu doğrusal bağlantı sorunu olmadığını ve değişkenlerin aynı modelde birlikte kullanılabileceğini ortaya koymaktadır.

4.3.Yatay Kesit Bağımlılığı Testi

T > N durumunda yatay kesit bağımlılığını test ederken yöntem seçimi oldukça önemlidir. Bu koşulda standart Pesaran CD testi kullanılabilmekle birlikte, literatürde Breusch–Pagan (1980) LM testi ile Pesaran, Ullah ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen düzeltilmiş LM testinin daha güçlü ve güvenilir sonuçlar sunduğu kabul edilmektedir.

Tablo 3: Yatay Kesit Bağımsızlığı Testi

CD testi	**Breusch-Pagan Test**	**Pesaran scaled LM**	**Bias-corrected scaled LM**	**Karar (H0 Red/Kabul)**
Büyüme	64.83080 (0.0000)	9.0978 (0.0000)	8.8478 (0.0000)	Yatay Kesit Bağımlılığı Var
Ticari açıklık	40.2058 (0.0004)	4.6019 (0.0000)	4.3519 (0.0000)	Yatay Kesit Bağımlılığı Var
Finansal Gelişme	47.2433 (0.0000)	5.8868 (0.0000)	5.6368 (0.0000)	Yatay Kesit Bağımlılığı Var
Nüfus	104.111 (0.0000)	16.2694 (0.0000)	16.0194 (0.0000)	Yatay Kesit Bağımlılığı Var
Yolsuzluk	45.1165 (0.0001)	5.4985 (0.0000)	5.2485 (0.0000)	Yatay Kesit Bağımlılığı Var

Tablo 3'te yer alan sonuçlar, tüm değişkenler için Breusch–Pagan LM, Pesaran scaled LM ve bias-corrected LM testlerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Bu durum hem büyüme hem de diğer tüm değişkenlerde yatay kesit bağımsızlığı varsayımının reddedildiğini ve birimler arasında anlamlı bir bağımlılık bulunduğunu ortaya koymaktadır. Dolayısıyla analizlerin devamında yatay kesit bağımlılığını dikkate alan yöntemlerin kullanılması yerinde olacaktır.

4.4.Birim Kök Test Bulguları

Levin-Lin-Chu (LLC) birim kök testi sonuçları, Büyüme, Ticari Açıklık, Nüfus ve Yolsuzluk değişkenlerinin düzeyde durağan olduğunu (p-olasılık değeri<0,05), Finansal Gelişme değişkeninin ise durağan olmadığını (p- olasılık değeri 0,3862) göstermektedir. Bu bulgu, panel ARDL yönteminin kullanılmasında herhangi bir sakınca olmadığına işaret etmektedi

Tablo 4: Levin -Lin-Chu Testi sonuçları

DÜZEY DEĞERLER			
Değişken	LLC Test İstatistiği	Olasılık Değeri	Sonuç
Büyüme	-5.5605	0.0004	Durağan
Ticari açıklık	-4.7322	0.0048	Durağan
Finansal Gelişme	-1.8767	0.3862	Durağan değil
Nüfus	-4.8819	0.0406	Durağan
Yolsuzluk	-5.5159	0.0000	Durağan

4.5.Panel ARDL

BRICS-T ülkeleri üzerine yapılan panel veri analizi sonuçları, ekonomik büyüme (BUYM) ile temel makroekonomik değişkenler arasında hem kısa hem de uzun dönemde anlamlı ilişkiler olduğunu ortaya koymaktadır. Hausman test istatistiği, gruplar arası heterojenliği dikkate alan PMG tahmincisinin MG tahmincisine göre daha etkin olduğunu doğrulamaktadır.

Tablo 5: Panel ARDL Uzun ve Kısa Dönem Bulguları

	Uzun Dönem Katsayıları	
Değişken	MG Katsayısı [Olasılık Değeri]	PMG Katsayısı [Olasılık Değeri]
Ticari açıklık	0.0370 [0.793]	-0.0919 [0.000]***
Finansal Gelişme	-0.5904 [0.101]	-0.0978 [0.000]***
Nüfus	-10.7662 [0.097]	2.9349 [0.000]***
Yolsuzluk	0.2516 [0.510]	0.3185 [0.000]***
	Kısa Dönem Katsayıları	
Değişken	MG Katsayısı [Olasılık Değeri]	PMG Katsayısı [Olasılık Değeri]
Ticari açıklık	0.2765 [0.237]	0.0604 [0.564]
Finansal Gelişme	0.0373 [0.823]	-0.6471 [0.028]**
Nüfus	9.7268 [0.366]	-13.524 [0.121]
Yolsuzluk	-0.0315 [0.904]	-0.4786 [0.014]**
EC (Hata Düzeltme Terimi)	0.2765 [0.237]	-0.8953 [0.003]***
Ülke Sayısı (N)		6
Gözlem Sayısı (T)		72
Hausman X2	19.40 [0.0007]	

Not: *, **, *** %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde yatay kesit bağımlılığını göstermektedir. ( ) p-olasılık değerlerini göstermektedir.

Uzun Dönem Analizi

PMG tahminleri, uzun dönemde tüm değişkenlerin ekonomik büyüme üzerinde %1 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı etkisi olduğunu göstermektedir. Nüfus (2,9349) ve yolsuzluk endeksi (0,3185) büyüme üzerinde en güçlü pozitif etkiye sahiptir. Yolsuzluktaki pozitif katsayı, literatürdeki *"tekerlekleri yağlama"* hipotezi çerçevesinde, kurumsal engellerin yüksek olduğu ülkelerde yolsuzluğun bürokrasiyi hızlandırarak büyümeye katkı sağlayabileceğini düşündürmektedir. Buna karşılık, ticari açıklık (-0,0919) ve finansal gelişme (-0,0978) uzun dönemde büyüme üzerinde negatif etki göstermektedir; bu durum, finansal derinleşmenin BRICS-T ülkelerinde reel sektörü desteklemek yerine volatiliteyi artırabileceğini işaret etmektedir.

Kısa Dönem Analizi ve Hata Düzeltme Mekanizması

Hata düzeltme terimi (EC) -0,8953 ve p=olasılık değeri 0,003 ile anlamlıdır; bu, kısa dönemdeki sapmaların yaklaşık %89'unun bir sonraki dönemde düzelerek uzun dönem dengesine hızla yakınsadığını göstermektedir. Kısa dönemde finansal gelişme (-0,6471) ve yolsuzluk (-0,4786) büyümeyi baskılamaktadır; özellikle yolsuzluğun negatif etkisi, Etki-Tepki analizindeki 2. dönemden itibaren görülen düşüş eğilimiyle uyumludur (EK-1).

Analiz, BRICS-T ekonomilerinde uzun dönem dengesinin güçlü bir hata düzeltme mekanizmasıyla sağlandığını göstermektedir. Ancak ticari açıklık ve finansal gelişmenin uzun dönem katsayılarının negatif olması, bu ülkelerde büyümeyi destekleyecek yapısal reformların önemine işaret etmektedir.

Panel ARDL Bireysel Sonuçlar

Tablo 6'ya geçmeden önce, yapılan analiz kapsamında BRICS-T ülkelerinin ekonomik büyüme ile ticari açıklık, finansal gelişme, nüfus ve yolsuzluk gibi temel makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Panel ARDL (PMG) yöntemi kullanılarak hem kısa hem de uzun dönem etkiler değerlendirilmiş ve ülkeler bazında farklı dinamiklerin ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Aşağıdaki tablo, her ülke için değişkenlerin büyüme üzerindeki etkilerini ve anlamlılık düzeylerini özetlemektedir.

Tablo 6: Panel ARDL Ülkelere Ait Sonuçlar

Ülkeler	Ticari açıklık	Finansal Gelişme	Nüfus	Yolsuzluk
Brezilya	-0.3458 (0.557)	-0.3088 (0.592)	-54.321 (0.096)	-0.5658 (0.254)
Rusya	0.3266*** (0.000)	-0.1472 (0.029)**	5.0764 (0.118)	-0.1885 (0.255)
Hindistan	0.0419 (0.827)	-2.0735*** (0.000)	-2.8688 (0.882)	−0.4854 (0.561)
Çin	-0.0495 (0.945)	-0.4574* (0.082)	-16.7942 (0.237)	-0.1960 (0.576)
G. Afrika	0.3449* (0.076)	-0.2231 (0.256)	-1.5145 (0.283)	-1.3743 (0.015)**
Türkiye	0.0445 (0.180)	−0.6725*** (0.000)	-10.7211*** (0.000)	-0.0613 (0.505)

Not: *, **, *** %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde yatay kesit bağımlılığını göstermektedir. ( ) p-olasılık değerlerini göstermektedir.

Tablo, ülkeler bazında Panel ARDL (PMG) tahmin sonuçlarını gösteriyor ve ticari açıklık, finansal gelişme, nüfus ile yolsuzluk değişkenlerinin ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini ortaya koyuyor. Ülkeler arasında farklılıklar dikkat çekiyor: Brezilya'da hiçbir değişken anlamlı değil ve büyüme üzerinde belirgin bir etkileri görünmüyor; Rusya'da ticari açıklık pozitif ve güçlü bir etki yaparken, finansal gelişme negatif etki gösteriyor; Hindistan'da finansal gelişmenin büyümeyi olumsuz etkisi belirgin, diğer değişkenler anlamlı değil; Çin'de finansal gelişmenin negatif etkisi öne çıkarken diğer değişkenler anlamlı bulunmuyor; Güney Afrika'da ticari açıklık büyümeyi desteklerken, yolsuzluk negatif etki yapıyor; Türkiye'de ise finansal gelişme ve nüfus büyümeyi olumsuz etkiliyor, ticari açıklık ve yolsuzluk anlamlı değil. Genel olarak, Rusya ve Güney Afrika'da ticari açıklığın, Hindistan, Çin ve Türkiye'de ise finansal gelişmenin büyüme üzerinde belirleyici olduğu; nüfusun yalnızca Türkiye'de, yolsuzluğun ise yalnızca Güney Afrika'da anlamlı etkisi bulunduğu görülüyor. Bu bulgular, ülkelerin ekonomik yapılarının ve büyüme dinamiklerinin farklı olduğunu ve politika önerilerinin bu farklılıklara göre şekillendirilmesi gerektiğini gösteriyor.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu çalışmada, 2012-2024 yılları arasında BRICS-T ülkelerinin ekonomik büyümesi; ticari açıklık, finansal gelişme, nüfus ve yolsuzluk gibi faktörler göz önünde bulundurularak panel ARDL (PMG) yöntemiyle analiz edilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler, ülkeler arasında büyüme ve diğer değişkenlerde belirgin farklılıklar olduğunu göstermiştir. Yapılan korelasyon ve birim kök testleri, değişkenlerin hem kısa hem uzun vadede modele uygun olduğunu ve çoklu doğrusal bağlantı sorunlarının sınırlı olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, yatay kesit

bağımlılığı testleri, ülkeler arasında anlamlı bir etkileşim olduğunu ve bu durumun modele yansıtılması gerektiğini göstermiştir.

Uzun dönemde nüfus artışı ve yolsuzluk algısı ekonomik büyüme üzerinde güçlü ve olumlu etkiler yaratırken, ticari açıklık ve finansal gelişmenin negatif etkisi dikkat çekmektedir. Yolsuzluğun kısa vadede bürokratik engelleri azaltarak büyümeye katkı sağlayabileceği fikri, literatürde "tekerlekleri yağlama" hipoteziyle açıklanmaktadır (Leff, 1964; Huntington, 1968; Erkal vd., 2014). Öte yandan, ticari açıklık ve finansal gelişmenin büyümeye olumsuz etkisi, BRICS-T ülkelerinde finansal derinleşme ve dış ticaretin reel sektöre yeterince destek veremediğini düşündürmektedir (Chong ve Gradstein, 2007; Rajan & Ramcharan, 2015).

Kısa dönemde finansal gelişme ve yolsuzluk büyümeyi baskılarken, hata düzeltme mekanizması kısa vadeli dalgalanmaların hızlıca dengelendiğini göstermektedir. Bu durum, BRICS-T ekonomilerinin kısa dönem dalgalanmalara karşı esnek olduğunu ancak yapısal reformların uzun dönemde büyüme için şart olduğunu ortaya koymaktadır.

Ülke bazında yapılan analizlerde ise ekonomik büyüme dinamiklerinin farklılık gösterdiği anlaşılmaktadır. Ticari açıklık Rusya ve Güney Afrika'da büyümeyi desteklerken; finansal gelişme Hindistan, Çin ve Türkiye'de büyümeyi olumsuz etkilemiştir. Nüfusun etkisi yalnızca Türkiye'de, yolsuzluğun etkisi ise sadece Güney Afrika'da anlamlıdır. Bu sonuçlar, ekonomik politikaların ülkelerin özgün yapısal ve kurumsal koşullarına göre şekillendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Karataş, 2023; Husted, 1999).

Sonuç olarak, BRICS-T ülkelerinde ekonomik büyüme ile kurumsal kalite, yolsuzluk, finansal derinleşme ve dışa açıklık arasındaki ilişkiler oldukça karmaşıktır. Yolsuzluk genellikle büyümeyi sınırlandıran bir faktör olmakla birlikte, bazı koşullarda kısa vadede büyümeyi destekleyebilir (Mauro, 1995; Tanzi & Davoodi, 1998). Bu nedenle politika yapıcıların, uzun vadeli sürdürülebilir büyüme için kurumsal kapasiteyi güçlendirmeye, yolsuzlukla etkin mücadeleye ve finansal sistem ile dışa açıklığın reel sektöre katkısını artıracak yapısal reformlara öncelik vermesi gerekmektedir.

KAYNAKÇA

Adams, S., & Klobodu, E. K. M. (2016). Financial development, control of corruption and income inequality. *International Review of Applied Economics, 30*(6), 790–808.

Afşar, M., & Afşar, A. (2010). *Finansal ekonomi* (1. Baskı). Ankara: Detay Yayıncılık.

Ali, N., Cullen, G., & Gasbarro, D. (2010). The coexistence of corruption and economic growth in East Asia: Miracle or alarm? Murdoch Business School.

Baldemir, E., Özköç, H., & İşçi, Ö. (2009). MIMIC model ve yolsuzluk üzerine Türkiye uygulaması. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 24*(2), 49–63.

Beşel, F., & Savaşan, F. (2014). Türkiye'de yapısal kırılmalar altında yolsuzluk - ekonomik büyüme ilişkisi. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 27*, 73–86.

Chong, A., & Gradstein, M. (2007). Inequality and institutions. *The Review of Economics and Statistics, 89*(3), 454–465.

Cournède, B., Denk, O., & Hoeller, P. (2015). Finance and inclusive growth. *OECD Economic Policy Papers, No. 14.* Paris: OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/5js06pbhf28s-en

Drury, A. C., Krieckhaus, J., & Lusztig, M. (2006). Corruption, democracy and economic growth. *International Political Science Review, 27*(2), 121–136.

Eren, M., & Künü, S. (2018). Yolsuzluk ve ekonomik büyüme ilişkisi: E7 ülkeleri için bir uygulama. *Iğdır International Conference on Multidisciplinary Studies, 6*(7), 1470–1476.

Erdoğan, S. (2019). İktisadi büyüme ve yolsuzluk ilişkisi: Türkiye için ampirik bir inceleme. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi, 6*(2), 211–223.

Erkal, G., Akıncı, M., & Yılmaz, Ö. (2014). Yolsuzluk ve iktisadi büyüme ilişkisi: OECD ve AB ülkeleri üzerine panel sınır testi analizi. *Sayıştay Dergisi, 92*, 143–162.

Farida, M., & Ahmadi-Esfahani, F. Z. (2008). Corruption and economic growth in Lebanon. *Australian Agricultural and Resource Economics Society 52nd Annual Conference*, Canberra, Australia, 6043.

Gerni, M., Emsen, Ö. S., Özdemir, D., & Buzdağlı, Ö. (2012). Yolsuzluğun belirleyicileri ve büyüme ile ilişkileri. *International Conference on Eurasian Economies*, 131–139.

Göktan, A. (2009). Yolsuzluğun büyüme üzerindeki etkileri ve yolsuzluğu önleme stratejileri. *Çimento İşveren*, Temmuz, 20–27.

Gyimah-Brempong, K. (2002). Corruption, economic growth, and income inequality in Africa. *Economics of Governance, 3*(3), 183–209.

Huang, C. J. (2012). Corruption, economic growth, and income inequality: Evidence from ten countries in Asia. *World Academy of Science, Engineering and Technology, 66*, 354–358.

Husted, B. W., & Instituto Tecnologico y de Estudios. (1999). Wealth, culture, and corruption. *Journal of International Business Studies, 30*(2), 339–359. http://www.jstor.org/stable/155316

Huntington, S. (1968). *Political order in changing societies.* New Haven, CT: Yale University Press.

Karagöz, K., & Karagöz, M. (2010). Yolsuzluk, ekonomik büyüme ve kamu harcamaları: Türkiye için ampirik bir analiz. *Sayıştay Dergisi, 76*(1–3), 5–22.

Karataş, H. (2023). Kurumsal iktisat perspektifinden ekonomik büyüme ve yolsuzluk ilişkisi: Türkiye örneği (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Bursa: Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Leff, N. H. (1964). Economic development through bureaucratic corruption. *American Behavioral Scientist, 8*(3), 8–14.

Mauro, P. (1995). Corruption and growth. *Quarterly Journal of Economics, 110*(3), 681–712.

Méon, P. G., & Sekkat, K. (2005). Does corruption grease or sand the wheels of growth? *Public Choice, 122*(1), 69–97.

Mo, P. H. (2000). Income inequality and economic growth. *Kyklos, 53*(3), 293–315.

Podobnik, B., Shao, J., Njavro, D., Ivanov, P. C., & Stanley, H. E. (2008). Influence of corruption on economic growth rate and foreign investment. *The European Physical Journal B, 63*(4), 547–550.

Powell, B., Manish, G. P., & Nair, M. (2010). Corruption, crime and economic growth. In *Handbook on the economics of crime* (pp. 328–339).

Rajan, R., & Ramcharan, R. (2015). The anatomy of a credit crisis: The boom and bust in farm land prices in the United States in the 1920s. *American Economic Review, 105*(4), 1439–1477.

Shera, A., Dosti, B., & Grabova, P. (2014). Corruption impact on economic growth: An empirical analysis. *Journal of Economic Development, Management, IT, Finance and Marketing, 6*, 57–77.

Tanzi, V., & Davoodi, H. (1998). Corruption, public investment, and growth. In *The welfare state, public investment, and growth: Selected papers from the 53rd congress of the International Institute of Public Finance* (pp. 41–60). Tokyo: Springer Japan.

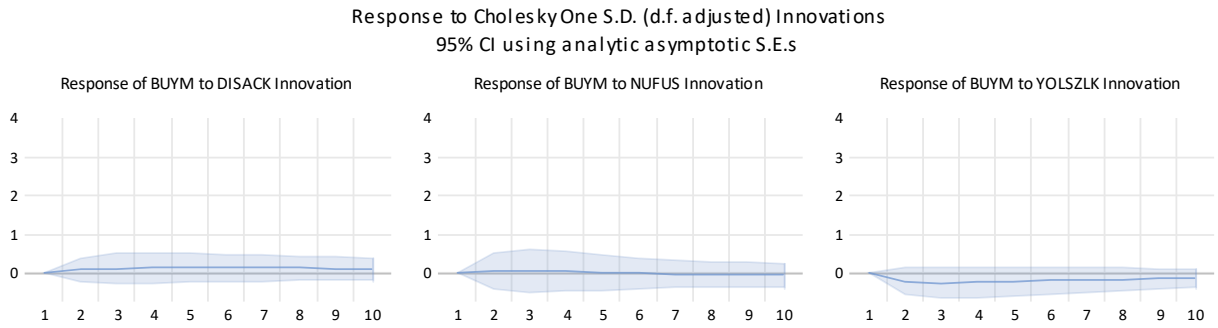
Ugur, M., & Dasgupta, N. (2011). Evidence on the economic growth impacts of corruption in low-income countries and beyond: A systematic review. London: EPPI-Centre Social Science Research Unit, Institute of Education, University of London, 1–134.

Yakar, S., & Cebeci, K. (2007). Yolsuzluğun ekonomik büyümeye etkileri üzerine teorik bir inceleme. *Çimento İşveren Dergisi*, 16–29.

Yorulmaz, Ö. (2017). The relationship between socio-economic development, corruption and health indicators: Application of partial least squares structural equation modeling. *Alphanumeric Journal, 5*(2), 191–206.

Yüksel, H. (2010). Yolsuzluk ve ekonomik büyüme. *Akademik Araştırmalar Dergisi, 43*, 41–47.

EK-1: Etki-Tepki Analizi



Etki-Tepki Analizi sonuçları, ekonomik büyümenin (BUYM) diğer değişkenlerden gelen şoklara verdiği tepkilerin belirgin ve farklı yönlerde olduğunu göstermektedir. Ticari açıklıkta (DISACK) meydana gelen bir standart sapmalık pozitif şok, ilk dönemde nötr kalmakla birlikte 2. dönemden itibaren büyümeyi pozitif ve kalıcı biçimde desteklemektedir. Nüfus artış oranındaki (NUFUS) bir şok karşısında büyüme kısa vadede (ilk 4 dönem) artan bir tepki verirken, bu etkinin orta vadede zayıflayarak sönümlendiği görülmektedir. Buna karşılık, yolsuzluk (YOLSZLK) şokları büyüme üzerinde negatif etki yaratmakta; özellikle 2. dönemden itibaren büyümedeki düşüşler, yolsuzluğun ekonomik performansı baskılayan kalıcı bir unsur olduğunu ortaya koymaktadır. Genel olarak, BRICS-T ülkelerinde ticari entegrasyon büyümeyi destekleyen önemli bir faktörken, yolsuzluk artışı büyüme açısından yapısal bir engel oluşturmaktadır.

YAŞAM KALİTESİ ENDEKSİ İLE BÜYÜME İLİŞKİSİNİN PANEL VERİ YAKLAŞIMIYLA ANALİZİ: BRICS-T ÜLKELERİ ÖRNEĞİ

Doç. Dr. Nigar ALEV
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi/İ.İ.B.F., İktisat Bölümü,
ORCID ID: 0000-0002-0154-6211
Dr. Öğr. Üyesi İbrahim YILDIRIMÇAKAR
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi/Erciş İşletme Fakültesi, İktisat Bölümü
ORCID ID: 0000-0002-1933-9798

ÖZET

Bu makalede, BRICS-T ülkeleri örneğinde, Yaşam Kalitesi Endeksi (YASAM) ile ekonomik büyüme (GDP) arasındaki dinamik ilişkiler Panel Vektör Otoregresif (PVAR) modeli ile incelenmiştir. Çalışma, öncelikle her iki değişkenin durağanlık özelliklerini belirlemek için panel birim kök testleri uygulamış, ardından yatay kesit bağımlılığı ve Granger nedensellik testleri ile bu değişkenler arasındaki ilişkilerin yönü ve gücü analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, yaşam kalitesinin büyüme üzerindeki etkisinin orta ve uzun vadede arttığını, ancak kısa vadede anlamlı bir etki yaratmadığını göstermektedir. Ayrıca, büyüme ve yaşam kalitesi arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu tespit edilmiştir. Varyans ayrıştırma ve etki-tepki analizleri, yaşam kalitesindeki iyileşmelerin uzun vadede büyümeyi olumlu etkilediğini, fakat büyümenin de yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyebileceğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, sürdürülebilir ekonomik büyüme için yaşam kalitesinin artırılmasının önemini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yaşam Kalitesi Endeksi, Ekonomik Büyüme, PVAR Modeli, BRICS-T Ülkeleri

ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN THE QUALITY OF LIFE INDEX AND ECONOMIC GROWTH: A PANEL DATA APPROACH FOR BRICS-T COUNTRIES

ABSTRACT

This study examines the dynamic relationship between the Quality of Life Index (YASAM) and economic growth (GDP) using a Panel Vector Autoregressive (PVAR) model for the BRICS-T countries. The study first applies panel unit root tests to determine the stationarity properties of both variables, followed by cross-sectional dependence and Granger causality tests to analyze the direction and strength of the relationships between the variables.

The results indicate that the effect of quality of life on growth increases in the medium and long term, but does not create a significant effect in the short term. Additionally, a bidirectional causality relationship between growth and quality of life has been identified. Variance decomposition and impulse-response analysis show that improvements in quality of life positively affect growth in the long term, while growth can negatively impact quality of life. These findings emphasize the importance of improving quality of life for sustainable economic growth.

Keywords: Quality of Life Index, Economic Growth, PVAR Model, BRICS-T Countries

1.GİRİŞ

Ekonomik büyüme, iktisat biliminin temel inceleme alanlarından biri olup ülkelerin uzun dönemli kalkınma hedeflerinin merkezinde yer almaktadır. Bu bağlamda, dünya genelindeki ülkelerin öncelikli amaçlarından biri sürdürülebilir ekonomik büyümeyi sağlamaktır. İktisat bilimi, bir ülke veya toplumda üretim, tüketim ve bölüşüm süreçlerini analiz eden bir disiplin olarak tanımlanmakta; ekonomik büyüme ise kalkınma, gelişmişlik ve toplumsal refah düzeyinin belirlenmesinde temel göstergelerden biri olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte ekonomik büyüme; eğitim, sağlık, istihdam, işsizlik, hukuk sistemi, demokrasi, faiz oranları, döviz kuru, cari denge ve ödemeler dengesi gibi çok sayıda sosyo-ekonomik değişkenden etkilenmekte ve aynı zamanda bu değişkenler üzerinde de belirleyici bir rol oynamaktadır.

Ekonomik büyüme kadar önem arz eden bir diğer kavram ise yaşam kalitesidir. Literatürde yaşam kalitesine ilişkin çalışmaların farklı disiplinlere odaklandığı görülmekte olup, kavramın çok boyutlu ve disiplinler arası yapısı evrensel bir tanım yapılmasını güçleştirmektedir (Bilir vd., 2005: 664). Dünya Sağlık Örgütü yaşam kalitesi (Quality of Life – QOL) kavramını, bireylerin yaşam içindeki konumlarını; içinde bulundukları kültür ve değerler sistemi çerçevesinde, amaçları, beklentileri, standartları ve kaygılarıyla ilişkilendirerek algılamaları şeklinde tanımlamaktadır (Baş, 2023: 4). Bu yönüyle yaşam kalitesi; ekonomi, çevre, sağlık, sosyoloji, hukuk ve psikoloji gibi birçok disiplinin kesişim noktasında yer alan kapsamlı bir kavram niteliği taşımaktadır.

Yaşam kalitesi kavramı, bireylerin yaşam tarzı, sağlık durumu ve toplumsal ilişkilerinin bütüncül bir yansıması olarak da değerlendirilmektedir (Şeker, 2015: 1). Birleşmiş Milletler tarafından yapılan tanımlamada ise yaşam kalitesi, niceliksel gelir ve üretim göstergelerinden ziyade sosyal göstergeler aracılığıyla ölçülen insan refahı olarak ifade edilmektedir (United Nations, 1997: 61). Bu çerçevede yaşam kalitesi, ülkelerin yalnızca ekonomik performanslarını

değil, aynı zamanda toplumsal refah düzeylerini değerlendirmede kullanılan önemli bir ölçüt olarak öne çıkmaktadır (Başol ve Yalçın, 2024). Yaşam kalitesinin açıklanmasında üç temel yaklaşım bulunmaktadır. Bunlar; birey dışı normatif ölçütlere dayalı değerlendirmeler, bireylerin tercihleri sonucunda ortaya çıkan tatmin düzeyi ve kişisel deneyimlere dayalı öznel değerlendirmelerdir (Diener ve Suh, 1997). Literatürde yaşam kalitesi kavramının çoğu zaman yaşam doyumu, yaşam memnuniyeti ve mutluluk kavramlarıyla eş anlamlı biçimde kullanıldığı da görülmektedir (Bayrak, 2011). Bu durum, yaşam kalitesinin hem nesnel hem de öznel boyutlarıyla ele alınmasını gerekli kılmaktadır.

Bu bağlamda, ekonomik büyüme ile yaşam kalitesi arasındaki ilişkinin ampirik olarak incelenmesi, ülkelerin kalkınma politikalarının etkinliğinin değerlendirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Özellikle yükselen piyasa ekonomileri arasında yer alan BRICS-T ülkeleri, son yıllarda sergiledikleri ekonomik performans ve toplumsal dönüşüm süreçleri nedeniyle dikkat çekmektedir. Bu çalışma, BRICS-T ülkelerinde yaşam kalitesi endeksi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi panel veri analizi yöntemiyle incelemeyi amaçlamaktadır. Bu doğrultuda elde edilecek bulguların, ekonomik büyümenin yalnızca niceliksel değil, aynı zamanda niteliksel boyutlarının da değerlendirilmesine katkı sağlaması ve politika yapıcılara yol gösterici nitelikte olması beklenmektedir.

2.LİTERATÜR İNCELEMESİ

Yaşam kalitesi, mutluluk ve insani gelişme göstergeleri ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki, iktisat literatüründe uzun zamandır tartışılan temel konular arasında yer almaktadır. Bu alandaki ilk çalışmalar, ekonomik büyümenin bireylerin refahı ve öznel iyi oluş düzeyi üzerindeki etkisini sorgulamış; zamanla yapılan araştırmalar ise söz konusu ilişkiyi farklı endeksler ve yöntemler kullanarak daha ayrıntılı biçimde ele almıştır. Bu literatürdeki en önemli öncü çalışmalardan biri Easterlin (1974) tarafından gerçekleştirilmiştir. Easterlin, ABD'de 1946–1970 döneminde kişi başına düşen gelirde kayda değer artışlar yaşanmasına rağmen, bireylerin ortalama mutluluk düzeyinde anlamlı bir yükseliş olmadığını ortaya koymuştur. Literatürde "Easterlin Paradoksu" olarak bilinen bu yaklaşım, kısa dönemde gelir artışı ile mutluluk arasında pozitif bir ilişki kurulabileceğini; ancak uzun dönemde ekonomik büyümenin mutluluğu aynı ölçüde artırmadığını savunmaktadır.

Ekonomik büyüme ile insani gelişme arasındaki ilişkiye odaklanan çalışmalardan biri Appiah (2019) tarafından Afrika ülkeleri örneğinde ele alınmıştır. 1990–2015 dönemine ait verilerin kullanıldığı çalışmada, insani gelişme endeksi temel bağımsız değişken olarak belirlenmiş;

GSYH bağımlı değişken olarak modele dâhil edilmiş, enflasyon, sermaye ve işgücü ise kontrol değişkenleri olarak kullanılmıştır. Elde edilen bulgular, insani gelişmenin ekonomik büyüme ve kalkınma üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Türkiye özelinde yapılan bir diğer çalışma Aydın (2019) tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışmada 1990–2017 dönemine ait veriler kullanılarak insani gelişme ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmiştir. Nedensellik ilişkisi Hacker ve Hatemi-J (2006) bootstrap nedensellik testi ile analiz edilirken, uzun dönemli ilişki ARDL eşbütünleşme, DOLS ve FMOLS yöntemleriyle test edilmiştir. Bulgular, insani gelişme ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik bulunduğunu ve bu değişkenlerin uzun dönemde birlikte hareket ettiğini ortaya koymuştur. Ayrıca insani gelişme endeksindeki 0,01 birimlik artışın ekonomik büyümeyi yaklaşık %0,05 oranında artırdığı tespit edilmiştir.

Erdem ve Çelik (2019), 33 Afrika ülkesinin 1995–2014 dönemine ait verilerini kullanarak insani gelişme ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi panel ARDL yöntemiyle incelemişlerdir. Çalışma sonuçları, insani gelişme ile gelir arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte insani gelişme ile eğitim arasında negatif ve anlamlı bir ilişki bulunurken, sağlık değişkeni ile olan ilişkinin pozitif ancak istatistiksel olarak anlamsız olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yeter vd. (2021), 1990–2019 döneminde Emerging and Growth-Leading Economies (EAGLE) ülkeleri için insani gelişme ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Elde edilen bulgular, iki değişken arasında çift yönlü bir ilişkinin varlığına işaret etmekle birlikte, ekonomik büyümenin insani gelişme üzerindeki etkisinin görece sınırlı kaldığını ortaya koymaktadır.

Benzer şekilde Taqi vd. (2021), Pakistan ekonomisi için 1980–2018 dönemine ait verileri kullanarak insani gelişme endeksinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çalışma bulguları, insani gelişme endeksi ile ekonomik büyüme arasında güçlü bir ilişki bulunduğunu ve insani gelişmedeki artışın ekonomik büyümeyi desteklediğini göstermektedir.

Yaşam kalitesi ve mutluluk arasındaki ilişkiyi ele alan daha güncel bir çalışma Özbek vd. (2024) tarafından gerçekleştirilmiştir. Avrupa Birliği ülkelerinin 2019 yılına ait Mutlu Gezegen Endeksi ve Yaşam Kalitesi Endeksi verilerinin kullanıldığı çalışmada, kanonik korelasyon analizi yöntemi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, iki endeks arasında güçlü ve pozitif yönlü bir ilişki bulunduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca yaşam kalitesi endeksini etkileyen temel

faktörlerin satın alma gücü, yaşam maliyeti, sağlık hizmetleri, çevresel kirlilik ve konut fiyatları olduğu; mutlu gezegen endeksini etkileyen unsurların ise yaşam süresi, öznel iyi oluş, çevresel mücadele ve ekolojik ayak izi olduğu belirlenmiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde literatür, ekonomik büyümenin mutluluk, insani gelişme ve yaşam kalitesi göstergeleriyle yakından ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte yaşam kalitesi endeksi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin doğrudan ve panel veri yaklaşımıyla ele alındığı çalışmaların sınırlı sayıda olması, bu alanda yapılacak ampirik analizlerin literatüre önemli katkılar sunabileceğini göstermektedir.

3.VERİ SETİ VE YÖNTEM

PVAR modeli, tüm değişkenlerin birbirine hem bağımlı hem de etki-tepki ilişkisi içinde olduğu durumlarda kullanılır. Çalışmada model, GDP ve YASAM değişkenleri üzerinden kurulmuştur. Model denklemleri her ülke $i$ve zaman $t$için aşağıdaki gibidir:

$$\begin{cases} GDP_{i,t} = \alpha_1 + \sum_{p=1}^{k} \beta_{11,p}\, GDP_{i,t-p} + \sum_{p=1}^{k} \beta_{12,p}\, YASAM_{i,t-p} + \epsilon_{1,i,t} \\ YASAM_{i,t} = \alpha_2 + \sum_{p=1}^{k} \beta_{21,p}\, GDP_{i,t-p} + \sum_{p=1}^{k} \beta_{22,p}\, YASAM_{i,t-p} + \epsilon_{2,i,t} \end{cases}$$

k: gecikme sayısı (AIC, BIC, HQ kriterlerine göre belirlenir)
ϵ: hata terimleri

4.BULGULAR

Bu bölümde, çalışmanın temel hipotezlerini sınamak ve ele alınan değişkenler arasındaki dinamik ilişkileri ortaya koymak amacıyla Panel Vektör Otoregresif (PVAR) modelleme yaklaşımından elde edilen ekonometrik bulgulara yer verilmektedir. Analiz süreci; ilk olarak panel veri setinin durağanlık özelliklerinin incelenmesiyle başlamış, ardından yatay kesit bağımlılığının (CD) test edilmesi ve son aşamada nedensellik ilişkileri ile şokların zaman içindeki etkilerinin analiz edilmesi şeklinde ilerlemiştir.

Model tahminlerinin güvenilirliğini sağlamak amacıyla elde edilen bulgular öncelikle yatay kesit bağımlılığı testleri ile değerlendirilmiştir. Bunu takiben, değişkenler arasındaki uzun dönemli karşılıklı etkileşimleri incelemek üzere Panel Granger nedensellik testi sonuçları sunulmuştur. Son olarak, tespit edilen nedensellik ilişkilerinin yönü ve sürekliliği, Etki-Tepki Fonksiyonu (IRF) analizi aracılığıyla görselleştirilmiş ve elde edilen sonuçlar ayrıntılı biçimde yorumlanmıştır.

4.1. Yatay Kesit Bağımlılığı Testi

Tablo 2'de yer alan testler, YASAM ve BUYUME değişkenleri için yatay kesit bağımlılığının

varlığını belirlemek amacıyla uygulanmıştır. Bu testlerin temel hipotezi (H_0), paneli oluşturan birimler arasında herhangi bir bağımlılık bulunmadığını, diğer bir ifadeyle yatay kesit bağımlılığının olmadığını ifade etmektedir. Buna karşılık alternatif hipotez (H_1), panel birimleri arasında anlamlı bir ilişki bulunduğunu ve dolayısıyla yatay kesit bağımlılığının mevcut olduğunu ileri sürmektedir.

Tablo 2: CD test sonuçları

CD test	**YASAM**		**BUYUME**	
	CD ist.	Prob	CD ist.	Prob
Breusch-Pagan Test	153.1802	0.0000	65.43236	0.0000
Pesaran scaled LM	25.22813	0.0000	9.207647	0.0000
Bias-corrected scaled LM	24.97813	0.0000	8.957647	0.0000
Pesaran CD	12.32844	0.0000	7.750959	0.0000

Not: *,**, *** %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde yatay kesit bağımlılığını göstermektedir.

4.2. Birim Kök Testi

Tablo 3, Yaşam Değişkeni ve Büyüme Değişkeni için uygulanan panel birim kök testi sonuçlarını özetlemektedir. Analizde Levine, Lin ve Chu ile Harris ve Tzavalis panel birim kök testleri kullanılmıştır. Her iki testin temel hipotezi (H_0serilerin birim kök içerdiği ve dolayısıyla durağan olmadığı şeklindedir.

Tablo 3: Birim kök testi bulguları

	YASAM DEĞİŞKENİ			
Panel Birim Kök Testi	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri	Yorum	Karar
Levin, Lin ve Chu	-3.2073	0.0007	p<0.05. H_0 reddedilir.	Durağan
Harris ve Tzavalis	0.5348	0.0025	p<0.05. H_0 reddedilir.	Durağan
	BUYUME DEĞİŞKENİ			
Panel Birim Kök Testi	İstatistik Değeri	Olasılık Değeri	Sonuç	
Levin, Lin ve Chu	-3.2207	0.0006	p<0.05. H_0 reddedilir.	Durağan
Harris ve Tzavalis	0.3229	0.0000	p<0.05. H_0 reddedilir.	Durağan

Hem Levine, Lin ve Chu testi hem de Harris ve Tzavalis testi için olasılık değerleri (p-değeri) %5 anlamlılık düzeyinin altında ($p < 0.05$) bulunmuştur. Bu durum, temel hipotez olan birim kök hipotezinin (H_0) reddedilmesine yol açmaktadır. Bu bulgular ışığında, Yaşam Değişkeni'nin durağan olduğu sonucuna varılmaktadır. Benzer şekilde, her iki testin olasılık değerleri de %5 anlamlılık düzeyinin altındadır ($p < 0.05$). Bu sonuçlar da temel hipotezin (H_0) reddedilmesini gerektirmektedir. Dolayısıyla, Büyüme Değişkeni'nin de durağan olduğu tespit edilmiştir.

4.3. Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi

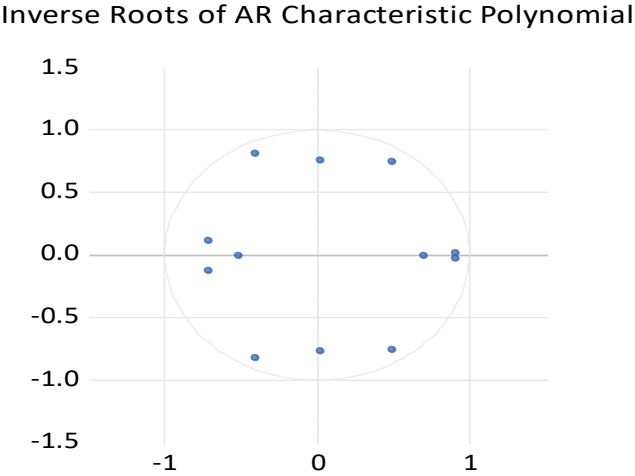
AIC ve FPE kriterleri, en uygun gecikme uzunluğunun 6 olduğunu işaret ederken; SC ve HQ kriterleri daha katı bir yaklaşım benimseyerek bu değerin 1 olması gerektiğini önermektedir. AIC ve FPE'nin 6 gecikmeyi seçmesi, modelin veri setine daha iyi uyum sağlama potansiyeline

sahip olduğunu gösterirken; SC ve HQ kriterlerinin 1 gecikmeyi tercih etmesi, daha sade bir model yapısının aşırı uyum riskini azaltarak tahmin gücünü artırabileceğine işaret etmektedir. Bu değerlendirmeler doğrultusunda, analizde en uygun gecikme uzunluğu 6 olarak belirlenmiştir.

Tablo 4: Uygun gecikme uzunluğu

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-282.7256	NA	2650.823	13.55836	13.64111	13.58869
1	-251.3152	58.33363	718.9823	12.25310	12.50134*	12.34409*
2	-246.3927	8.672939	689.3097	12.20918	12.62291	12.36082
3	-244.5802	3.020739	768.0608	12.31335	12.89257	12.52565
4	-239.2930	8.308550	727.6254	12.25205	12.99676	12.52501
5	-231.0720	12.13576*	602.0158	12.05105	12.96126	12.38467
6	-226.1606	6.782393	586.3244*	12.00765*	13.08335	12.40193

Kurulan PVAR analizinin güvenilir sonuçlar verebilmesi için modelin istikrar koşulunu sağlaması gerekmektedir. Modelin istikrar koşulu sonuçları aşağıda gösterilmiştir.



Şekil 1: Ülke Gruplarına Göre AR Karakteristik Polinomunun Ters Kökler

Şekil 1'e göre istikrar koşulunun tüm ülke grupları için sağlandığını ve modelde yer alan tüm değişkenlere ait gecikmelerin birim çember içerisinde bulunduğunu göstermektedir. Bu bulgular doğrultusunda, gerçekleştirilecek varyans ayrıştırması ile etki-tepki analizi sonuçlarının güvenilir ve tutarlı olacağı değerlendirilmektedir.

4.4. Varyans Ayrıştırma

Kısa dönemde, yani birinci dönemde, GDP'deki varyansın tamamı (%100) GDP'nin kendi şokları tarafından açıklanmaktadır. Bu durum, ekonomik büyümedeki dalgalanmaların bu aşamada büyük ölçüde içsel dinamiklerden kaynaklandığını ve YASAM (yaşam kalitesi endeksi) değişkeninin henüz belirgin bir etkisinin bulunmadığını göstermektedir. Söz konusu sonuç, kısa dönem için beklenen bir bulgu olarak değerlendirilebilir.

Orta ve uzun vadeye geçildikçe (2.–10. dönemler), yaşam kalitesi endeksinin GDP varyansını açıklama gücünün kademeli olarak arttığı görülmektedir. İlk dönemde %0 olan bu pay, onuncu dönemde yaklaşık %15'e yükselirken, GDP'nin kendi varyansını açıklama oranı %100'den %85'e gerilemektedir. Bu bulgu, Yaşam Kalitesi Endeksi'nin ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin zamanla güçlendiğini ve özellikle uzun vadede daha belirgin hâle geldiğini ortaya koymaktadır. YASAM'daki değişimlerin GDP'deki belirsizliğin önemli bir bölümünü açıklayabilmesi, daha önce elde edilen Granger nedensellik testi sonuçlarıyla da uyumlu olup, YASAM → GDP yönündeki nedensellik ilişkisinin ekonomik açıdan anlamlı olduğunu göstermektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, elde edilen sonuçlar yaşam kalitesinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin orta ve uzun vadede arttığını ve sürdürülebilir büyüme açısından YASAM'ın önemli bir belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, ekonomik politika yapıcılar açısından yaşam kalitesini artırmaya yönelik uzun vadeli ve yapısal politikaların- özellikle eğitim, sağlık ve çevre alanlarında yapılacak reformların- yalnızca toplumsal refahı değil, aynı zamanda ekonomik büyümenin sürdürülebilirliğini ve öngörülebilirliğini de güçlendirdiğini teyit etmektedir. Kısa vadede etkinin sınırlı kalmasına karşın, on dönemlik bir süreçte etkinin %15 düzeyine ulaşması, uzun vadeli politika tercihlerinin önemini açık biçimde ortaya koymaktadır.

Tablo 5: Varyans Ayrıştırma Analizi

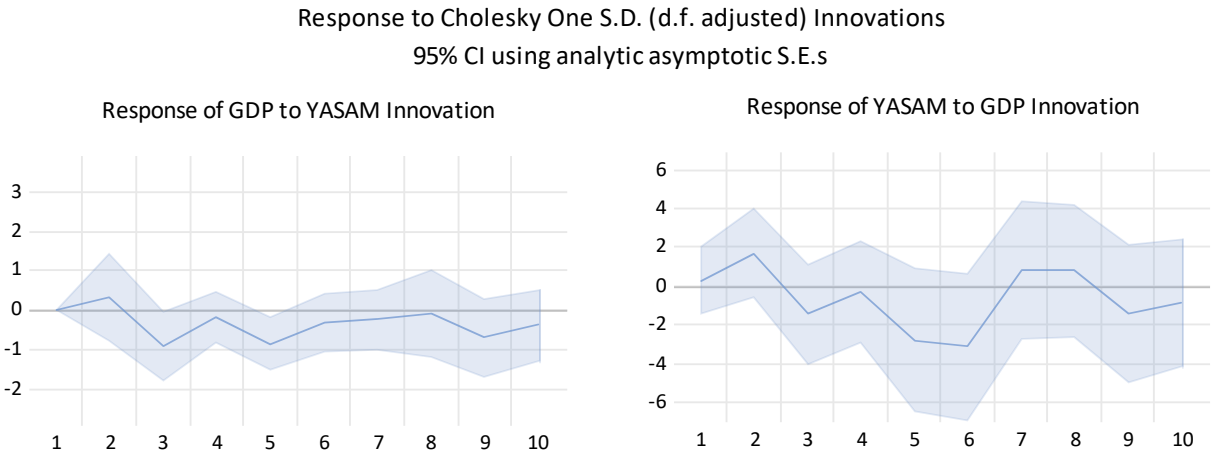
Varyans Ayrıştırma: GDP		
Dönem	GDP	YASAM
1	%100	%0
2	%99	%1
3	%92	%8
4	%92	%8
5	%87	%13
6	%87	%13
7	%88	%12
8	%88	%12
9	%86	%14
10	%85	%15

Son olarak, bu varyans ayrıştırma sonuçlarının zaman içindeki değişimini görsel olarak sunmak, analizlerin daha anlaşılır ve etkili bir şekilde aktarılmasını sağlayacaktır. Yığılmış bir grafik ile değişim sürecinin görselleştirilmesi, okuyuculara bulguların evrimini net bir şekilde sunacak ve analizlerin daha etkili bir şekilde yorumlanmasına olanak tanıyacaktır.

4.5. Etki-Tepki Analizi

Aşağıda yer alan grafikler, bir Vektör Otoregresif (VAR) modeline dayalı Etki-Tepki Fonksiyonu (IRF) analizinin sonuçlarını göstermektedir. Bu analiz, iki değişken arasındaki

dinamik etkileşimi inceler.



Şekil 2: Etki-Tepki Analizi

Yaşam kalite endeksindeki ani bir iyileşmenin GDP üzerindeki etkisini gösteren tepki fonksiyonu analizine göre (soldaki grafik), Yaşam kalite endeksindeki olumlu bir şok, ilk dönemde sıfır civarında kalsa da 2. ve 3. dönemde pozitif bir etki yaratmaktadır, ancak daha sonra etkisi sıfır çizgisine geri dönmektedir. Güven aralığı bandı sıfır çizgisini sürekli olarak kesmekte, bu da pozitif tepkinin istatistiksel olarak güçlü ve anlamlı olmadığını göstermektedir. Bu bulgu, yaşam kalite endeksindeki iyileşmelerin GDP üzerinde kısa vadede pozitif bir etki yaratma eğiliminde olduğunu, ancak bu etkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığına işaret etmektedir. Ayrıca, bu durum yaşam kalite endeksindeki GDP'ye etkisinin uzun vadede yavaşça biriktiğini veya diğer faktörlerle karıştığını düşündürmektedir, bu da varyans ayrıştırma bulgusuyla uyumludur.

Sağdaki grafik, ekonomik büyüme (GDP) üzerinde meydana gelen ani bir artışın, yaşam kalitesi üzerindeki etkisini göstermektedir. İlk dönemde sıfır civarında olan etki, 2. dönemden itibaren güçlü bir şekilde sıfırın altına (negatif alana) kayarak -4 ile -6 arasında bir değere ulaşmakta ve yaklaşık 6. döneme kadar anlamlı bir şekilde sürmektedir. Bu negatif etki, güven aralığının geniş bir kısmının sıfır çizgisinin altında kalmasıyla istatistiksel olarak anlamlı hale gelmektedir. Ekonomik büyüme (GDP) şoklarının, orta vadede YASAM üzerinde güçlü bir negatif etkisi olduğunu gösteren bu bulgu, "Kirli Büyüme" hipotezini destekler. Bu durum, büyüme uğruna çevresel kaliteyi (örneğin, kirlilik ve kaynak tüketimi), sosyal refahı (örneğin, plansız kentleşme ve gelir eşitsizliği) ve altyapıyı (örneğin, trafik ve kamu hizmetlerinde aksama) olumsuz yönde etkileyebileceğini ortaya koymaktadır.

4.6. Nedensellik Analizi Bulguları

Aşağıdaki Tablo (Tablo 6), GDP ve YASAM arasındaki Granger nedensellik ilişkisini

incelemektedir. Granger Nedensellik testinde, H_0 hipotezi, "birinci değişkenin ikinci değişkene neden olmadığı" şeklindedir. Eğer H_0 reddedilirse, iki değişken arasında nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna varılır.

Tablo 6: Granger nedensellik analizi

Bağımlı değişken: GDP			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
YASAM	16.56519	6	0.0110
Bağımlı değişken: YASAM			
Excluded	Chi-sq	df	Prob.
GDP	17.12333	6	0.0088

Her iki panelin sonuçlarına göre, hem YASAM →GDP hem de GDP →YASAM yönlerinde nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Bu durum, analiz edilen iki değişken arasında çift yönlü (karşılıklı) bir nedensellik ilişkisinin varlığına işaret etmektedir.

YASAM →GDP, Yaşam Kalite Endeksi'ndeki (YASAM) iyileşmelerin, gelecekteki ekonomik büyümeye (GDP) pozitif yönde etki ettiğini göstermektedir. Yüksek yaşam kalitesi, daha sağlıklı, eğitimli ve mutlu bir işgücü oluşturur, bu da verimliliği artırır. Ayrıca, yaşam kalitesinin yüksek olduğu ortamlar, inovasyon ve girişimcilik için uygun koşullar yaratırken, yabancı işgücü ve doğrudan yabancı yatırımları çekme konusunda avantaj sağlar. Dolayısıyla, yaşam kalitesine yapılan yatırımlar, sadece sosyal harcama değil, aynı zamanda ekonomik büyümenin itici gücü olan verimlilik yatırımlarıdır.

GDP →YASAM, ekonomik büyüme (GDP) arttıkça, bu büyüme gelecekte Yaşam Kalite Endeksi'ni (YASAM) yükseltmektedir. Yüksek ekonomik büyüme, devletin vergi gelirlerini artırarak, altyapı, eğitim, sağlık ve sosyal güvenlik gibi kamu hizmetlerine daha fazla bütçe ayrılmasını sağlar. Ayrıca, büyüme istihdamı artırarak hanehalkı gelirlerini yükseltir, bu da bireylerin daha iyi konut, sağlık ve kültürel aktivitelere erişimini mümkün kılarak yaşam kalitesini artırır. Özel sektör de büyüme ile çevre dostu teknolojilere ve çalışanların yaşam kalitesini artıran projelere yatırım yapar. Sonuç olarak, ekonomik büyüme, yaşam kalitesinin artması için gerekli maddi kaynakları ve finansal sürdürülebilirliği sağlar.

Elde edilen çift yönlü nedensellik ilişkisine dair sonuç, Yaşam Kalitesi ve Büyüme değişkenlerinin izole olmadığını, aksine birbirini sürekli besleyen, döngüsel bir mekanizma içinde çalıştığını göstermektedir. Bu mekanizma, gelişmiş yaşam kalitesinin daha yüksek verimlilik ve dolayısıyla daha hızlı büyümeye (GDP) yol açtığını, bunun da daha fazla kaynak sağlayarak yaşam kalitesini iyileştirdiğini ortaya koymaktadır.

SONUÇ

Bu çalışmada, BRICS-T ülkeleri örneğinde yaşam kalitesi endeksi (YASAM) ile ekonomik büyüme (GDP) arasındaki ilişki, panel veri temelli PVAR modeli kullanılarak incelenmiştir. Elde edilen bulgular, YASAM ile GDP arasında hem nedensellik ilişkisi hem de dinamik etkileşimlerin varlığını ortaya koymaktadır. Analiz süreci yatay kesit bağımlılığı testi, birim kök testi, gecikme uzunluğunun belirlenmesi ve etki-tepki (IRF) analizlerini kapsamaktadır.

Birim kök testleri hem YASAM hem de GDP değişkenlerinin durağan olduğunu göstermiştir. Yatay kesit bağımlılığı testleri, paneli oluşturan ülkelerin birbirine bağımlı olduğunu ortaya koyarak, ülkeler arasındaki etkileşimin önemini vurgulamıştır. Varyans ayrıştırma analizi ise, kısa vadede GDP'nin kendi şokları tarafından tamamen açıklanırken, orta ve uzun vadede YASAM'ın etkisinin arttığını göstermektedir. Özellikle onuncu dönemde, GDP'nin belirsizliğinin yaklaşık %15'inin YASAM kaynaklı şoklarla açıklanabilmesi, yaşam kalitesinin ekonomik büyüme üzerinde uzun vadede giderek daha belirgin ve ekonomik açıdan anlamlı bir rol oynadığını doğrulamaktadır. Etki-tepki analizi, YASAM'daki iyileşmelerin GDP üzerinde kısa vadede pozitif etkiler yaratma eğiliminde olduğunu, ancak bu etkinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığını göstermiştir. Buna karşın, GDP şoklarının YASAM üzerinde orta vadede güçlü ve anlamlı negatif etkiler yarattığı tespit edilmiştir. Bu sonuç, "Kirli Büyüme" hipotezini destekleyerek, ekonomik büyüme odaklı politikaların çevresel ve sosyal kaliteyi olumsuz etkileyebileceğine işaret etmektedir. Bulgular, ekonomik büyümenin sürdürülebilir olabilmesi için yaşam kalitesi ile büyüme arasında dengeli bir politika yaklaşımı gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Granger nedensellik testi, her iki yönde de (YASAM → GDP ve GDP → YASAM) çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit etmiştir. Bu durum, yaşam kalitesi ile ekonomik büyümenin birbirini sürekli besleyen döngüsel bir mekanizma içinde işlediğini göstermektedir. Daha yüksek yaşam kalitesi, verimlilik ve büyümeyi artırırken, artan ekonomik kaynaklar da yaşam kalitesini iyileştirmektedir. Bu nedenle, yaşam kalitesine yapılan yatırımların sadece sosyal refahı artırmakla kalmayıp, ekonomik büyümenin sürdürülebilirliğini de desteklediği sonucuna varılmaktadır.

Sonuç olarak, uzun vadeli yapısal reformlar (eğitim, sağlık, çevre) ekonomik büyümenin sürdürülebilirliğinde kritik öneme sahiptir. Kısa vadede etkiler sınırlı olsa da yaşam kalitesinin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi zamanla güçlenmektedir. Bu nedenle politika yapıcıların,

uzun vadeli yaşam kalitesi yatırımlarına öncelik vermeleri hem sosyal refahı artıracak hem de ekonomik büyümenin sürdürülebilirliğini pekiştirecektir.

KAYNAKÇA

Appiah, M., Amoasi, R., & Frowne, D. I. (2019). Human development and its effects on economic growth and development. *International Research Journal of Business Studies, 12*(2), 101–109.

Aydın, M. (2019). İnsani gelişme ve ekonomik büyüme ilişkisi: Türkiye üzerine ampirik bir çalışma. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi, 7*(4), 33–42.

Bayrak, M. (2011). *Sporu bırakmış profesyonel futbolcuların depresyon düzeylerinin yaşam kalitesi açısından değerlendirilmesi* (Doktora tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı). Samsun, Türkiye.

Bilir, N., Özcebe, H., Vaizoğlu, S. A., Aslan, D., Subaşı, N., & Telatar, T. G. (2005). Van ilinde 15 yaş üzeri erkeklerde SF-36 ile yaşam kalitesinin değerlendirilmesi. *Turkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences, 25*(5), 663–668.

Başol, O., & Yalçın, E. C. (2024). Dijital ekonomi ve toplum endeksi'nin yaşam kalitesi endeksi üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi. *Paradoks Ekonomi Sosyoloji ve Politika Dergisi, 20*(2), 224–240.

Diener, E., & Suh, E. M. (1997). Measuring quality of life: Economic, social, and subjective indicators. *Social Indicators Research, 40*(1), 189–216.

Erdem, E., & Çelik, B. (2019). İnsani gelişme ve ekonomik büyüme ilişkisi: Bazı Afrika ülkeleri üzerine bir uygulama. *Bingöl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 9*(17), 13–36.

Mehmet, Ö. U. Ş. P. D. (Ed.). (2024). *Farklı boyutlarıyla yaşam kalitesi*. Holistence Publications.

Özbek, S., Başol, O., & Yalçın, E. C. (2024). Yaşam kalitesi indeksi ile mutlu gezegen indeksi arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 15*(2), 293–325.

Şeker, M. (2015). Quality of life index: A case study of İstanbul. *Ekonometri ve İstatistik E-Dergisi*, S.23, 1–15.

Taqi, M., Ali, M. S. E., Parveen, S., Babar, M., & Khan, I. M. (2021). An analysis of human development index and economic growth: A case study of Pakistan. *IRASD Journal of Economics, 3*(3), 261–271.

United Nations. (1997). *Glossary of environment statistics, studies in methods* (Series F, No. 67).

Yeter, F., Eroğlu, İ., & Kangal, N. (2021). Ekonomik büyüme ve insani gelişme ilişkisi: EAGLE ülkeleri için uygulama. *Ekonomi Bilimleri Dergisi, 13*(2), 184–211.

TÜRKİYE'DE E-YOKLAMA VE YAYGIN-YOĞUN VERGİ DENETİMİ UYGULAMALARI

Nergis Feride KAPLAN DÖNMEZ
İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, Maliye, İstanbul/Türkiye
ORCID: 0000-0003-3182-7812

ÖZET

Vergi denetimi, beyan esasına dayalı vergilendirme sisteminin sağlıklı ve etkin biçimde işlemesini sağlayan temel idari araçlardan biridir. Türk Vergi Sisteminde idare, mükellef beyanlarının doğruluğunu ve vergilendirmeye esas fiili durumu tespit edebilmek amacıyla çeşitli denetim yöntemlerine başvurmakta; bu yöntemler arasında yoklama, uygulamadaki yaygınlığı ve pratikliği nedeniyle öne çıkmaktadır. Vergi Usul Kanunu'nun 127. maddesi ile hukuki dayanağa kavuşturulan yoklama, vergiye ilişkin olayların yerinde tespit edilmesine imkân tanıyan hızlı ve işlevsel bir denetim usulüdür. Kamu yönetiminde dijitalleşmenin hız kazanmasıyla birlikte vergi idaresi, denetim süreçlerini teknolojiyle uyumlu hâle getirmiş ve yoklama uygulaması elektronik ortama taşınmıştır. Elektronik yoklama, bilgi toplama sürecini hızlandırmayı, idari maliyetleri azaltmayı ve denetim etkinliğini artırmayı amaçlamaktadır. Bu yönüyle kayıt dışı ekonomiyle mücadele, vergi kayıp ve kaçağının önlenmesi ve mükellef haklarının korunmasına katkı sağlamaktadır. Vergi denetimi türlerinden biri olan yaygın ve yoğun vergi denetimleri ise kayıt dışı faaliyetlerin ve kayıt dışı istihdamın tespit edilmesi yoluyla kamu maliyesine önemli faydalar sunmaktadır. Bu çalışmanın amacı, yoklama, elektronik yoklama ve yaygın–yoğun vergi denetimi uygulamalarının hukuki ve idari çerçevesini incelemek ve vergi denetimindeki işlevlerini değerlendirmektir. Sonuç olarak, denetimde etkinliğin artırılması için teknolojik imkânların daha etkin kullanılması ve yaygın–yoğun denetim anlayışının mevzuatta daha kapsamlı bir yapıya kavuşturulması gerektiği değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Vergi Denetimi, Yoklama, Elektronik Yoklama, Yaygın Yoğun Vergi Denetimi

ELECTRONIC ON-SITE INSPECTION AND WIDESPREAD-INTENSIVE TAX AUDITING PRACTICES IN TURKEY

ABSTRACT

Tax audit constitutes one of the fundamental administrative instruments ensuring the effective and sound functioning of a declaration-based taxation system. In the Turkish Tax System, the tax administration employs various audit methods to verify the accuracy of taxpayers' declarations and to ascertain the factual situation underlying taxation; among these methods, on-site inspection stands out due to its widespread use and practical nature. Regulated under Article 127 of the Tax Procedure Law, on-site inspection is a rapid and functional audit technique that enables the direct determination of tax-related facts. With the acceleration of digital transformation in public administration, the tax authority has aligned audit processes with technological developments, leading to the implementation of electronic on-site inspections. Electronic inspection aims to enhance information-gathering capacity, increase audit efficiency, and reduce administrative costs. In this respect, it contributes to combating the informal economy, preventing tax losses and evasion, and safeguarding taxpayer rights. In addition, widespread and intensive tax audits, as another audit type, play a significant role in identifying informal economic activities and undeclared employment, thereby supporting public finance. The aim of this study is to examine the legal and administrative framework of on-site inspection, electronic on-site inspection, and widespread–intensive tax audits, and to assess their functions within the tax audit system. In conclusion, it is argued that audit effectiveness can be improved through more efficient use of technological tools and by restructuring widespread-intensive audits as a more comprehensive and independent audit mechanism within the legislation.

Keywords: Tax Audit, On-Site Inspection, Electronic On-Site Inspection, Widespread–Intensive Tax Audit

DIJITAL ALTYAPININ FINANSAL ERIŞILEBILIRLIĞI ARTIRMADAKI VE EŞITSIZLIĞI AZALTMADAKI ROLÜ

Yrd. Doç. Dr. Dastan ASEINOV
Kyrgyz-Turkish Manas University, Faculty of Economics and Management,
Department of Economics, Bishkek, Kyrgyz Republic
ORCID ID: 0000-0001-9264-1419

ÖZET

Bu çalışma, dijital altyapının finansal kapsayıcılık ve sosyoekonomik eşitsizlik üzerindeki rolünü, 140'tan fazla ülkeyi kapsayan Global Findex bireysel düzey verilerini kullanarak incelemektedir. Mobil para, dijital ödemeler ve mobil tabanlı kredi gibi dijital finansal hizmetlerin yaygınlaşması; mobil şebeke kapsayıcılığı, internet erişimi, temsilci/ajan ağlarının yoğunluğu ve dijital kimlik sistemleri gibi temel dijital altyapı unsurlarına büyük ölçüde bağlıdır.

Bu kapsamda çeşitli dijital finansal kapsayıcılık göstergeleri oluşturulmuş ve dijital altyapıdaki farklılıkların gelir grupları, cinsiyet ve kır–kent ayrımı üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Bulgular, daha güçlü dijital altyapıya sahip ülkelerde dijital ödeme kullanımı, mobil para hesabı sahipliği ve dijital krediye erişim olasılığının anlamlı biçimde arttığını göstermektedir. Ayrıca gelişmiş dijital altyapı, acil durumlarda fonlara daha hızlı ve güvenilir erişimi mümkün kılarak hanehalklarının finansal dayanıklılığını artırmaktadır. Dijital erişimin genişlemesi, özellikle cinsiyet ve kırsal-kentsel ayrım kaynaklı finansal eşitsizliklerin daralmasına da katkı sağlamaktadır.

Genel olarak bulgular, dijital altyapının güçlendirilmesinin SDG 9 (Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı), SDG 10 (Eşitsizliklerin Azaltılması) ve SDG 1 (Yoksulluğa Son) hedeflerinin ilerlemesinde kritik bir politika aracı olduğunu göstermektedir. Dijital ekosistemlerin geliştirilmesi, kapsayıcı finansal sistemlerin desteklenmesi ve ekonomik kırılganlığın azaltılmasında önemli bir potansiyel taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Dijital Altyapı, Finansal Kapsayıcılık, Dijital Ödemeler, Mobil Para, Eşitsizlik, SDG

THE ROLE OF DIGITAL INFRASTRUCTURE IN EXPANDING FINANCIAL ACCESSIBILITY AND REDUCING INEQUALITY

ABSTRACT

This study investigates the role of digital infrastructure in shaping financial inclusion and socioeconomic inequality by leveraging individual-level microdata from the Global Findex survey, which covers more than 140 countries. The expansion of digital financial services—such as mobile money, digital payments, and mobile-based credit—relies heavily on foundational infrastructure including mobile network coverage, internet accessibility, agent network density, and digital identification systems.

We construct several measures of digital financial inclusion and assess how variations in digital infrastructure influence adoption across income groups, gender, and rural–urban populations. The results demonstrate that stronger digital infrastructure significantly increases the likelihood of using digital payments, mobile money accounts, and digital credit. Improved infrastructure also enhances household financial resilience by allowing faster and more reliable access to emergency funds. Moreover, digital access reduces financial disparities by narrowing gender and rural–urban gaps in financial service usage.

Overall, these findings highlight the pivotal role of digital infrastructure in advancing SDG 9 (Industry, Innovation and Infrastructure), SDG 10 (Reduced Inequalities), and SDG 1 (No Poverty). Strengthening digital ecosystems emerges as a key policy strategy for promoting inclusive financial systems and enhancing economic resilience in developing economies.

Keywords: Digital Infrastructure, Financial Inclusion, Digital Payments, Mobile Money, Inequality, SDG

GELENEKSEL GÜREŞÇİLERİN ATILGANLIK VE BEDEN ALGISI DÜZEYLERİNİN İNCELENMESİ

Ezgi DEMIR
Gaziantep University, Graduate School OfSocialScience, 27310, Gaziantep
ORCID: 0009-0007-7812-941X
Uğur BAKAY
Gaziantep University, Faculty of SportScience, 27310, Gaziantep
ORCID: 0000-0002-3426-6785

ÖZET

Kişiliğin bir parçası olan ve bireyin bedeni hakkındaki olumlu ya da olumsuz düşünceler olarak tanımlanan beden algısı, geleneksel güreşçilerin başarısında önemli bir yer tutan özgüven ve benlik saygısını da önemli ölçüde etkilemektedir. Beden algısı olumlu olmayan kişilerin psikolojik zorluklar yaşayacağı da araştırmalarda belirtilmiştir. Özellikle özgüven eksikliği ve sosyal becerilerin eksikliğinden kaynaklı psikolojik zorluklar da olumlu bir iletişim şekli olarak tanımlanan -kişinin aktif dinleme becerisi, empati kurabilmesi, kendini gerektiğinde savunabilmesi, çevresiyle yardımlaşma ve işbirliği içinde olması olarak tanımlayabiliriz- atılganlık düzeyini de olumsuz etkilemektedir.Bu araştırma,geleneksel güreşçilerin beden algısı ve atılganlık düzeylerinin incelenmesi amacıyla yapılan betimsel bir çalışmadır. Araştırmanın evrenini güneydoğu Anadolu bölgesinde geleneksel güreşlerle uğraşan bireyler oluşturmuştur. Araştırmada veri toplamak amacıyla Hovardaoğlu (1992) tarafından Türkçeye uyarlama çalışması yapılan "Beden Algısı Ölçeği" ile Voltan (1980) tarafından Türkçeye uyarlama çalışması yapılan "Rathus Atılganlık Envanteri" kullanılmıştır. Araştırma verilerinin analizinde SPSS 22.0 programından yararlanılmıştır.

Sonuç olarak; geleneksel güreşçilerin yaş ve sor yılı arttıkça atılganlık ve beden algılarının düştüğü, beden algısının arttığı durumlarda atılganlık puanlarının azaldığı, bekarların daha atılgan olduğu, il merkezinde yaşayanların beden algıları yüksek iken ilçede yaşayanların atılganlık puanları daha yüksek olduğu ve eğitim durumu arttıkça atılganlık davranışlarının azaldığı görülmüştür. Aylık gelir durumu artan geleneksel güreşçilerin atılganlık davranışlarının azaldığı gözlemlenirken, yağlı güreşçilerin diğer geleneksel güreşçilerden daha yüksek atılganlık davranışı sergiledikleri, en az atılganlık davranışının ise şalvar güreşçilerinde olduğu görülmüş olup, yağlı güreşçilerin beden algılarının ise en düşük durumda olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Geleneksel Güreş, Atılganlık, Beden Algısı

AN ANALYSIS OF THE AGGRESSIVENESS AND BODY AWARENESS LEVELS OF TRADITIONAL WRESTLERS

ABSTRACT

Body image, defined as positive or negative thoughts about one's body that are part of one's personality, significantly affects self-confidence and self-esteem, which play an important role in the success of traditional wrestlers. Research has also shown that people with negative body image experience psychological difficulties. Psychological difficulties, particularly those stemming from a lack of self-confidence and social skills, also negatively affect assertiveness levels, which can be defined as a positive form of communication—an individual's ability to actively listen, empathize, defend themselves when necessary, and cooperate and collaborate with those around them. This research is a descriptive study conducted to examine the body image and assertiveness levels of traditional wrestlers. The population of the study consisted of individuals engaged in traditional wrestling in the south eastern Anatolia region. To collect data for the study, the "Body Image Scale," adapted intoTurkish by Hovardaoğlu (1992), and the "Rathus Assertiveness Inventory," adapted into Turkishby Voltan (1980), were used. The SPSS 22.0 program was used to analyze there search data.

In conclusion, it was observed that as traditional wrestlers' ageand years of experience increased, their assertiveness and body image decreased; when body image increased, assertiveness scores decreased; unmarried individuals were more assertive, those living in the city center had higher body image while those living in the district had higher assertiveness scores; and as educational attainment increased, assertive behaviors decreased. It was observed that the assertiveness behaviors of traditional wrestlers decreased as their monthly income increased, while oil wrestler sex hibited higher assertiveness behaviors than other traditional wrestlers, and the least assertiveness behavior was seen in shalvar wrestlers. It was concluded that oil wrestlers had the lowest body image.

Keywords: TraditionalWrestling, Aggression, Body Image

SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ ÖĞRENCİLERİNİN YURTSEVERLİK TUTUMLARININ ÇEŞİTLİ DEĞİŞKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ[3]

Gizem YILMAZER
Gaziantep University, Graduate School OfHealthScience, 27310, Gaziantep
ORCID: 0009-0002-6801-4807
Uğur BAKAY
Gaziantep University, Faculty of SportScience, 27310, Gaziantep
ORCID: 0000-0002-3426-6785

ÖZET

Bu çalışma, spor bilimleri öğrencilerinin yurtseverlik tutumlarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi amacıyla yapılan betimsel bir çalışmadır. Çalışma, Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi öğrencileri üzerinde uygulanmıştır. Yapılan çalışma için Gaziantep Üniversitesi Sağlık ve Spor Bilimleri Etik kurulundan 16.12.2024 tarih 28 sayılı kararı ile Etik Kurul İzinleri alınmıştır. Çalışmaya 227 (128 erkek, 99 kadın) öğrenci katılmıştır. Çalışmada veri toplamak amacıyla, araştırmacılar tarafından oluşturulan "5 soruluk "Kişisel Bilgi Formu" ile Schatz, Staub ve Lavine (1999) tarafından geliştirilen, Türkçe uyarlama çalışmasını Yazıcı ve Yazıcı (2010)'nın yaptığı "Yurtseverlik Tutum Ölçeği'nin (YTÖ)" kullanılmıştır. Ölçekler yardımıyla örneklem grubundan elde edilen veriler, SPSS 22.0 programına kodlanarak analizler yapılmıştır. Veri seti içerisindeki değişkenlerin normal dağılım gösterip göstermediği Kolmogorov Smirnov testi ile kontrol edilerek verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki farklılıkların tespiti için 2'li gruplarda independent sample t-testi, çoklu gruplarda One Way ANOVA testi kullanılmıştır. İki değişken arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla Pearson korelasyon analizi kullanılmıştır.

Sonuç olarak; çalışmamızda yer alan spor bilimleri öğrencilerinin yurtseverlik tutumlarının olumlu olduğu, erkeklerin yurtseverlik tutumlarının kadınlardan daha yüksek olduğu, antrenörlük bölümü öğrencilerinin kör yurtseverlik davranışlarının daha yüksek olduğu, gelir düzeyi düşük olanların yapıcı yurtseverlik tutumları daha olumlu olduğu tespit edilmiştir. Yaşamının çoğunluğunu köyde geçirenlerin yurtseverlik tutumları daha olumlu olduğu, üniversiteye gelmeden önce yaşanılan coğrafi bölge açısından Doğu Anadolu Bölgesinden gelenleri yapıcı yurtseverlik tutumlarının diğer bölgelerden daha olumsuz olduğu tespit edilmiştir. Yaş, spor yılı ve öğrenim görülen sınıf düzeyi açısından yurtseverlik tutumları arasındaki ilişkiye bakıldığında, spor bilimleri öğrencilerinin yaşları arttıkça yurtseverlik tutumlarının arttığı, sınıfları ve spor yılı arttıkça kör yurtseverlik tutumlarının arttığı, ancak yaş, sınıf ve spor yılı arttıkça yapıcı yurtseverlik tutumlarının azaldığı sonucuna ulaşılmıştır.

[3]Bu çalışma, Gizem YILMAZER'in Gaziantep Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalında yapmış olduğu aynı isimli tezden türetilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Spor Bilimleri, Üniversite Öğrencisi, Yurtseverlik

EXAMINING THE PATRIOTISM ATTITUDES OF SPORTS SCIENCES FACULTY STUDENTS IN TERMS OF VARIOUS VARIABLES

ABSTRACT

This study is a descriptive study conducted to examine the patriotic attitudes of sports sciences students in terms of various variables. The study was conducted on students from Gaziantep University, Faculty of Sportshis study is a descriptive study conducted to examine the patriotic attitudes of sports sciences students in terms of various variables. The study was conductedon students from Gaziantep University, Faculty of Sports Sciences. For the study, ethics committee permits were obtained from Gaziantep University Health and Sports Sciences Ethics Committee by decision No. 28 dated 16.12.2024., 227 (128 male, 99 female) students participated in the study. In order to collect data in the study, the "5-question" Personal Information Form" created by the researchers and the "Patriotism Attitude Scale" developed by Schatz, Staub and Lavine (1999), whose Turkish adaptation study was conducted by Yazıcı and Yazıcı (2010), were used. In order to collect data in the study, the "9-question" Personal Information Form" created by the researchers and the "Patriotism Attitude Scale (YTO)" developed by Schatz, Staub and Lavine (1999), whose Turkish adaptation study was conducted by Yazıcı and Yazıcı (2010), were used. The data obtained from the sample group with the help of scales were encoded into the SPSS 22.0 program and analyses were performed. It was determined that the data showed a normal distribution by checking whether the variables in the data set showed a normal distribution with the Kolmogorov Smirnov test. In order todetermine the differencesbetween the groups, independent samplet-test was used in 2-group comparisons and OneWay ANOVA test was used in multiple group comparisons. Pearson correlation analysis was used to determine the relationship between twovariables.

Asa result, it was found that the patriotic attitudes of the sports science students in our study were positive, the patriotic attitudes of men were higher than women, the blind patriotic behaviors of the coaching department students were higher, and the constructive patriotic attitudes of those with low income levels were more positive.It was found that the patriotic attitudes of those who spent the majority of their lives in the village were more positive, and the constructive patriotic attitudes of those who came from the Eastern Anatolia Region in terms of the geographical region where they lived before coming to the university were more negative than in other regions. Looking at the relationship between patriotic attitudes in terms of age, sports year and the grade level studied, it was concluded that patriotic attitudes increase as

sports science students increase in age, blind patriotic attitudes increase as their classes and sports year increase, but constructive patriotic attitudes decrease as age, class and sports year Decelerate.

Key Words: Sport Sicences, University Student, Petriotism

1. GİRİŞ

Bir toplumsal kurum, toplumdaki düzenin birçok yönünü özellikle günlük yaşamımızın şekillenmesinde etkili olan değerleri, beklentileri, ilgileri, çıkarları tanımlar. Ayrıca, toplumsal kurumlar bireyin toplumda nasıl davranması, tavır göstermesi konusunda eğitici bir fonksiyona da sahiptirler. Bir toplumsal kurum olarak spor da, bu fonksiyonları yerine getirmektedir. Sporu anlayabilmenin ve açıklayabilmenin yolu, sporun içinde yapıldığı toplumun ideolojik ve kültürel yapılarını anlamaktan geçecektir. Aksi takdirde spora yönelen her türlü anlama edimi, sporun toplumsal yaşam ile kurmuş olduğu bağlantı içerisinde yerine getirdiği işlevleri ve ilişkileri değil, sadece görünen sportif etkinlikleri ve sonuçları açıklayabilecektir (Talimciler, 2006).

Anlam, kod, değer ve mitlerin iletildiği, yeniden üretildiği, tecrübe edildiği, bulunduğu anlamlandırma sistemini bir parçası olarak spor, toplumsal sınıfların "yapılışında", millî kimliklerin kuruluşunda, etkin, saldırgan, güçlü erkeklik mitinin cisimleşmesinde, çilecilik ve hazcılık gibi bedene ilişkin ahlâki kategorilerin vücut bulmasında ihmal edilemez bir katkıya sahiptir (Erdoğan, 1993). Bir kültürel biçim olarak spor beraberinde, çeşitli koşullar altında başvurulabilecek bir mitler demeti taşır. Sporun simgesel, duygusal ve ideolojik ağırlığı, etkin bir şekilde işe koşulduğunda, eşitlik ve toplumsal adalet uğrunda veya bunlara karşı olarak girişilen mücadelelerde devasa bir silahtır (Rowe, 1996). Bilindiği üzere, millet, söylemsel olarak oluşturulan "hayali bir topluluktur. Milli kimlik ise, belirli ortak anlam, kod, simge, ritüel, mit vb. temelinde kurulan bir eşitlik ("biz") ve farklılık ("ötekiler") ilişkisinin ürünüdür. Öte yandan, bir ideolojik söylem olarak milliyetçilik, bu ilişkinin, "rakip", "düşman", "ezen", "tâbi" vb. olarak "onlar"a karşı antagonistik bir tarzda eklemlenmesini temsil eder. Popüler spor kültürü, millî kimliklerin (yeniden) kuruluşuna çeşitli biçimlerde katkıda bulunur. Spor, "varolabilecek„ küçük" iç bölünmeleri aşarak ve yerinden ederek, milletin „biz" olarak kurulmasını sağlayan bir alandır" (Erdoğan, 1993). Sporun oynadığı ideolojik rol, hiçbir yerde milli duyarlılığın yaratılmasında olduğu kadar bariz ve başarılı değildir (Rowe, 1996). Takımlar, oyuncular, atletler, renkler vb. hayali bir topluluk olarak milletin kurulduğu, temsil edildiği ve maddileştiği söylemsel oluşumların momenti haline gelir (Erdoğan, 1993).

Bu çalışma, sporda elde edilen başarıların, özellikle milli düzeyde çıkılan müsabakalarda elde

edilen başarıların veya milli formayı giyme, ayrıca genel olarak spor yapma kavramlarının, spor ile uğraşan bireylerin yurtseverlik tutumlarına yönelik herhangi bir etkisinin olup olmadığı konusunu kapsamaktadır.

Araştırmanın amacı, Spor Bilimleri Fakültesinde öğrenim gören bireylerin, yurtseverlik tutumlarının çeşitli değişkenler açısından değerlendirilmesidir. Bu temel amaca bağlı olarak spor bilimleri öğrencilerinin yurtseverlik tutumları nasıldır?,Yaş, cinsiyet, bölüm, sınıf düzeyi, spor yılı ve branş statüsüne göre farklılaşmakta mıdır?

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Yöntem

Bu çalışma, spor bilimleri öğrencilerinin yurtseverlik tutumlarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi amacıyla yapılan betimsel bir çalışmadır. Çalışmada ayrıca, öğrencilerin yaş, cinsiyet, sınıf düzeyi, öğrenim görülen bölüm türü, spor yapma yılı, spor branşı statüsü değişkenleri açısından da farklılıklar incelenmiştir. Çalışma, Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi öğrencileri üzerinde uygulanmıştır. Çalışma için Gaziantep Üniversitesi Sağlık ve Spor Bilimleri Etik Kurulundan 16.12.2024 tarih 28 sayılı toplantısında Etik Kurul Onayı alınmıştır.

2.2. Evren Örneklem

Çalışma 2024-2025 eğitim öğretim yılında Gaziantep Üniversitesinde öğrenim gören bireyler üzerinde gönüllülük esasına dayalı olarak uygulanmıştır. Çalışmaya 235 öğrenci gönüllü olarak katılmıştır. Eksik veya yanlış doldurulan ölçekler çalışma dışı bırakılmış ve toplam 227 öğrencinin (99kadın, 128 erkek) doldurduğu ölçekler çalışma kapsamında değerlendirilmiştir. Araştırma grubunun çalışmada ele alınan değişkenlere ait özelliklerin dağılımı tablo 2.1.'de verilmiştir.

Tablo 2.4. Araştırma grubunun kişisel özelliklerinin dağılımı

Değişken	Grup	n	%	
Cinsiyet	Kadın	99	43,6	
	Erkek	128	56,4	
Branş statüsü	Takım Sporu	139	61,2	
	Bireysel Spor	88	38,8	
Spor yılı	1-5 yıl	65	28,63	
	6-10 yıl	110	48,46	
	11-15 yıl	52	22,91	
Sınıf	1,00	47	20,7	

	2,00	57	25,1	
	3,00	90	39,6	
	4,00	33	14,5	
Bölüm	Antrenörlük Eğitimi	79	34,8	
	Spor Yöneticiliği	70	30,8	
	Beden Eğitimi ve Spor	78	34,4	
Yaş	17,00	5	2,2	
	18,00	30	13,2	
	19,00	33	14,5	
	20,00	60	26,4	
	21,00	46	20,3	
	22,00	30	13,2	
	23,00	10	4,4	
	24,00	2	,9	
	25,00	3	1,3	
	28,00	6	2,6	
	29,00	1	,4	
	32,00	1	,4	

2.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplamak amacıyla araştırmacı tarafından 9 soruluk "kişisel bilgi formu" ile Schatz, Staub ve Lavine (1999) tarafından geliştirilen, Türkçe uyarlama çalışmasını Yazıcı ve Yazıcı (2010)'nın yaptığı "Yurtseverlik Tutum Ölçeği'nin (YTÖ)" kullanılmıştır.Yurtseverlik Tutum Ölçeği;Schatz, Staub ve Lavine (1999) tarafından geliştirilen, Türkçe uyarlama çalışmasını Yazıcı ve Yazıcı (2010)'nın yaptığı "Yurtseverlik Tutum Ölçeği" 20 madde ve Kör Yurtseverlik ve Yapıcı Yurtseverlik başlıklarından meydana gelen iki alt boyutlu ve 5'li likert tipinde bir ölçektir. Kör yurtseverlik boyutu için bu değer .76; yapıcı yurtseverlik boyutu için .77 olarak hesaplanmıştır. Ölçeğin tamamı için Cronbach Alpha iç tutarlılık katsayısı ise .75'tir. Literatüre göre iç tutarlılık katsayısının .70 ve daha yukarı olması test güvenilirliği için genel olarak yeterli görülmektedir (Büyüköztürk, 2008; 171). Dolayısıyla YTÖ'nin alt boyutları ve tamamı için hesaplanan Cronbach Alfa iç tutarlılık katsayısı yeterli görülen değerlerin üzerindedir.

2.4. Verilerin Analizi

Elde edilen verilerin İstatistiksel analizleri için SPSS 22.0 programı kullanılmıştır. Veri seti

içerisindeki değişkenlerin normal dağılım gösterip göstermediği Kolmogorov Smirnov testi ile kontrol edilerek verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki farklılıkların tespiti için 2'li gruplarda independent sample t-testi, çoklu gruplarda One Way ANOVA testi kullanılmıştır. Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için Post Hoc LSD testi kullanılmıştır. İki değişken arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla Pearson korelasyon analizi kullanılmıştır.

3. BULGULAR

Araştırma kapsamında elde edilen veriler üzerinde yapılan analizlere ilişkin sonuçlar bu bölümde raporlanmıştır.

Tablo 3.1. Araştırma grubunun cinsiyet açısından yurtseverlik puanlarının karşılaştırması

	Gruplar	**n**	**Ortalama**	**ss.**	**t**	**p**
kör yurtseverlik	Kadın	99	29,03	6,07	-1,705	,090
	Erkek	128	30,59	7,74		
yapıcı yurtseverlik	Kadın	99	28,52	4,58	-1,257	,210
	Erkek	128	29,34	5,34		
yurt severlik toplam	Kadın	99	67,89	8,00	-1,978	,049
	Erkek	128	70,32	10,51		

Tablo 3.1'de araştırma grubunun cinsiyet değişkeni açısından yurt severlik ölçeğinden elde ettikleri puanlarının karşılaştırması verilmektedir. Buna göre, spor bilimleri öğrencilerinin cinsiyet değişkeni açısından yurtseverlik ölçeği alt boyutlarında farklılık görülmezken, ölçek toplam puanında erkekler lehine anlamlı farklılığa rastlanmıştır ($p<0.05$). Bir başka deyişle spor bilimlerinde öğrenim gören erkek öğrencilerin yurtseverlik tutumlarının kadınlardan daha yüksek olduğu söylenebilir.

Genel olarak araştırma grubunun yurtseverlik ölçeğinden elde ettikleri puanlara bakıldığında kadınların ortalaması 67.89, erkeklerin ortalaması 70.32 olarak tespit edilmiştir. Ölçekten elde edilebilecek en düşük puan 20 en yüksek puan 100 olduğuna göre, çalışmamızda yer alan spor bilimleri öğrencilerinin yurtseverlik tutumları orta düzey olarak değerlendirilebilir.

Tablo 3.2. Araştırma grubunun branş statüsü açısından yurtseverlik puanlarının karşılaştırması

	Gruplar	**n**	**Ortalama**	**ss.**	**t**	**p**
kör yurtseverlik	Takım Sporu	139	30,12	7,78	,561	,575
	Bireysel Spor	88	29,58	5,86		
	Takım Sporu	139	29,08	4,62	,364	,716

yapıcı yurtseverlik	Bireysel Spor	88	28,83	5,64		
yurt severlik toplam	Takım Sporu	139	69,56	9,99	,596	,552
	Bireysel Spor	88	68,78	8,87		

Tablo 3.2'de araştırma grubunun branş statüsü değişkeni açısından yurt severlik ölçeğinden elde ettikleri puanlarının karşılaştırması verilmektedir. Buna göre, spor bilimleri öğrencilerinin branş statüsü değişkeni açısından yurtseverlik ölçeği alt boyutlarında ve toplam puanında herhangi bir farklılık görülmemiştir ($p>0.05$).

Tablo 3.3. Araştırma grubunun bölüm değişkeni açısından yurtseverlik ölçeğinden elde ettikleri puanların karşılaştırması

Alt Boyutlar	**Varyansın kaynağı**	**KT**	**sd**	**KO**	**F**	**p**	**Fark**
Köryurtseverlik	Gruplar arası	402,473	2	201,236	4,112	.018	1-3
	Grup içi	10961,765	224	48,936			
	Toplam	11364,238	226				
Yapıcıyurtseverlik	Gruplar arası	59,774	2	29,887	1,184	.308	
	Grup içi	5654,155	224	25,242			
	Toplam	5713,930	226				
Yurtseverliktoplam	Gruplar arası	308,185	2	154,093	1,697	.186	
	Grup içi	20335,480	224	90,783			
	Toplam	20643,665	226				
Gruplar; 1.grup ANT, 2.grup SYB, 3.Grup BES							

Tablo 3.3'de araştırma grubunun bölüm değişkeni açısından yurtseverlik ölçeğinden elde ettikleri puanların karşılaştırması verilmektedir. Yapıcı yurtseverlik ve ölçek toplam puanında gruplar arası farklılığa rastlanmazken ($F_{2\text{-}224}=1.184, F_{2\text{-}224}=1.697$, $p>0.05$). Kör yurtseverlik alt boyutunda anlamlı farklılığa rastlanmıştır ($F_{2\text{-}224}=4.112$, $p<0.05$). Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek amacıyla yapılan LSD testi sonuçlarına göre, antrenörlük eğitimi bölümü öğrencilerinin beden eğitimi ve spor öğretmenliği bölümü öğrencilerinden daha yüksek puan elde ettikleri tespit edilmiştir. Bir başka deyişle antrenörlük bölümü öğrencilerinin kör

yurtseverlik tutumlarını beden eğitimi ve spor öğretmenliği bölümü öğrencilerinden daha olumlu olduğu söylenebilir.

Tablo 3.4. Araştırma grubunun ölçek alt boyutları ve toplam puanları ile yaş, sınıf ve spor yılı değişkenleri arasındaki ilişkinin dağılımı

		Kör Yurtseverlik	**Yapıcı Yurtseverlik**	**Yurtseverlik Toplam**
Yaş	**r**	,030	-,567*	,633**
	p	,657	,020	,000
Sınıf	**r**	,214**	-0,587**	,060
	p	,001	,000	,365
Sporyılı	**r**	,149*	-0,660**	,058
	p	,025	,000	,386

*p<0.05, **p<0.001

Tablo 3.4'de araştırma grubunun yaş, sınıf ve spor yapma yılı açısından ölçek alt boyutları ve ölçek toplam puanı ile olan ilişkilerini belirlemek için yapılan Pearson korelasyon analizi sonuçları verilmektedir. Buna göre;

Yaş ile yurtseverlik toplam puanı arasında orta düzeyde pozitif yönde bir ilişkiye rastlanmıştır. Dolayısıyla spor bilimleri öğrencilerinin yaşları arttıkça yurtseverlik tutumlarının arttığından söz edilebilir.

Sınıf düzeyi ile kör yurtseverlik puanı arasında zayıf düzeyde pozitif yönde bir ilişkiye rastlanmıştır. Dolayısıyla spor bilimleri öğrencilerinin sınıfları arttıkça kör yurtseverlik tutumlarının arttığından söz edilebilir.

Spor yılı ile kör yurtseverlik puanı arasında zayıf düzeyde pozitif yönde bir ilişkiye rastlanmıştır. Dolayısıyla spor bilimleri öğrencilerinin spor yılı arttıkça kör yurtseverlik tutumlarının arttığından söz edilebilir.

Yaş, sınıf ve spor yılı ile Yapıcı yurtseverlik puanları arasında orta düzeyde negatif yönlü bir ilişkiye rastlanmıştır. Dolayısıyla spor bilimleri öğrencilerinin yaş, sınıf ve spor yılı arttıkça yapıcı yurtseverlik tutumlarının azaldığından söz edilebilir.

SONUÇ

Araştırmanın bu bölümünde, çalışma amacı doğrultusunda toplanan verilerden elde edilen sonuçlara ve tartışmasına yer verilmiştir. Araştırma spor bilimleri öğrencilerinin çeşitli değişkenler açısından yurtseverlik tutumlarının incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda araştırmaya 99 kadın, 128 erkek olmak üzere 227 üniversite öğrencisi katılmıştır. Ölçme aracı sınıf ortamında gönüllülük esasına göre uygulanmış olup, cinsiyet, yaş, bölüm, sınıf, gelir düzeyi, spor yılı, spor branşının statüsü, yaşamını çoğunlukla geçirdiği yerleşim yeri ve üniversiteye gelmeden önce yaşadığı coğrafi bölge değişkenleri açısından değerlendirilmiştir.

Genel olarak spor bilimleri öğrencilerinin yurtseverlik ölçeğinden elde ettikleri puanlara bakıldığında kadınların ortalaması 67.89, erkeklerin ortalaması 70.32 olarak tespit edilmiştir. Ölçekten elde edilebilecek en düşük puan 20 en yüksek puan 100 olduğuna göre, çalışmamızda yer alan spor bilimleri öğrencilerinin yurtseverlik tutumları olumlu olarak değerlendirilebilir. Araştırma grubunun cinsiyet değişkeni açısından ölçekten elde ettikleri puanlara bakıldığında, spor bilimlerinde öğrenim gören erkek öğrencilerin yurtseverlik tutumlarının kadınlardan daha olumlu olduğu belirlenmiştir.

Bu sonuç, daha önce yapılan bazı çalışmaların bulgularıyla da benzerlik göstermektedir. Örneğin Demir ve Kaya (2019) erkek öğrencilerin vatanseverlik tutumlarının kadınlara göre daha yüksek olduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde Yılmaz (2021) da erkek katılımcıların milli bağlılık düzeylerinin anlamlı derecede daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır.

Yapmış oldukları sporun statüsü açısından yapılan değerlendirmede, spor bilimleri öğrencilerinin branş statüsü yani takım ve bireysel olarak ele alınan değişkeni açısından yurtseverlik davranışlarında herhangi bir farklılık olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Elde edilen sonuç, spor branşı türünün yurtseverlik davranışları üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığını bildiren çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Aksoy ve Demirtaş (2020) takım ve bireysel sporlar arasında milli bağlılık düzeyleri açısından anlamlı bir farklılık olmadığını belirtmektedir. Korkmaz (2018) da spor branşının değer yönelimleri üzerinde belirleyici bir faktör olmadığını ortaya koymuştur.

Öğrenim gördükleri bölüm değişkeni açısından yapıcı yurtseverlik ve ölçek toplam puanında gruplar arası farklılığa rastlanmazken, kör yurtseverlik alt boyutunda antrenörlük bölümü öğrencilerinin beden eğitimi ve spor öğretmenliği bölümü öğrencilerinden daha olumlu belirlenmiştir.

Bu bulgu, üniversite öğrencilerinin öğrenim gördükleri bölümün değer yönelimleri ve milli

tutumlar üzerinde sınırlı bir etkisi olduğunu bildiren çalışmalarla paralellik göstermektedir. Örneğin Çetin ve Arslan (2019), bölüm değişkeninin yapıcı yurtseverlik üzerinde anlamlı bir fark yaratmadığını, ancak bazı alt boyutlarda spor alanına özgü programlarda okuyan öğrencilerin daha yüksek puanlar aldığını belirtmiştir. Benzer şekilde Karacaoğlu (2021) da spor bilimleri alanındaki programlarda öğrenim gören öğrencilerin kör yurtseverlik düzeylerinin diğer bölümlere kıyasla daha yüksek seyrettiğini ortaya koymuştur.

Yaş, spor yılı ve öğrenim görülen sınıf düzeyi açısından yurtseverlik tutumları arasındaki ilişkiye bakıldığında, spor bilimleri öğrencilerinin yaşları arttıkça yurtseverlik tutumlarının arttığı, sınıfları ve spor yılı arttıkça kör yurtseverlik tutumlarının arttığı, ancak yaş, sınıf ve spor yılı arttıkça yapıcı yurtseverlik tutumlarının azaldığı yönünde bulgulara ulaşılmıştır.

Yaş, spor yılı ve öğrenim görülen sınıf düzeyi açısından yurtseverlik tutumları arasındaki ilişkiye bakıldığında, spor bilimleri öğrencilerinin yaşları arttıkça yurtseverlik tutumlarının arttığı, sınıfları ve spor yılı arttıkça kör yurtseverlik tutumlarının arttığı, ancak yaş, sınıf ve spor yılı arttıkça yapıcı yurtseverlik tutumlarının azaldığı yönünde bulgulara ulaşılmıştır. Bu bulgular, yaş ve eğitim düzeyi gibi değişkenlerin yurtseverlik tutumları üzerinde etkili olabileceğini gösteren önceki araştırmalarla paralellik taşımaktadır (Ercan, 2015).

Sonuç olarak; çalışmamızda yer alan spor bilimleri öğrencilerinin yurtseverlik tutumlarının olumlu olduğu, erkeklerin yurtseverlik tutumlarının kadınlardan daha yüksek olduğu, antrenörlük bölümü öğrencilerinin kör yurtseverlik davranışlarının daha yüksek olduğu, yaş, spor yılı ve öğrenim görülen sınıf düzeyi açısından yurtseverlik tutumları arasındaki ilişkiye bakıldığında, spor bilimleri öğrencilerinin yaşları arttıkça yurtseverlik tutumlarının arttığı, sınıfları ve spor yılı arttıkça kör yurtseverlik tutumlarının arttığı, ancak yaş, sınıf ve spor yılı arttıkça yapıcı yurtseverlik tutumlarının azaldığı sonucuna ulaşılmıştır.

KAYNAKLAR

Aksoy, F.,& Demirtaş, H. (2020). Sporcuların milli bağlılık ve değer yönelimlerinin branş türüne göre incelenmesi. *Spor Bilimleri Dergisi*, 11(3), 215–228.

Çetin, M.,& Arslan, Ö. (2019). Üniversite öğrencilerinin yurtseverlik tutumlarının bölüm değişkenine göre incelenmesi. *Eğitim ve Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(2), 145–160.

Demir, A. & Kaya, H. (2019). Üniversite öğrencilerinin yurtseverlik düzeylerinin çeşitli değişkenlere göre incelenmesi. *Eğitim ve Toplum Araştırmaları Dergisi*, 6(2), 45–60.

Ercan, R. (2015). Yetişkinlerde yurtseverlik tutumlarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. Turkish Studies, 10(3), 409–426.

Erdoğan, N. (1993). Popüler Futbol Kültürü ve Milliyetçilik, Birikim Dergisi, Mayıs Sayı: 49 s.s. 26-33.

Karacaoğlu, A. (2021). Spor bilimleri öğrencilerinde yurtseverlik türleri ve toplumsal değer algısı. *Spor ve Toplum Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 32–49.

Korkmaz, B. (2018). Spor branşı türüne göre sporcuların tutum ve değer eğilimleri. *Uluslararası Spor Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 67–79.

Rowe, D. (1996) Popüler Kültürler Rock ve Sporda Haz Politikası, (Çev. Mehmet Küçük), İstanbul: Ayrıntı Yayınları.

Talimciler, A. (2006) İdeolojik Bir Meşrulaştırma Aracı Olarak Spor Ve Spor Bilimleri, Spor Yönetimi Ve Bilgi Teknolojileri Dergisi, C.1, S. 2, s.s. 35-40.

Yılmaz, M. (2021). Gençlerde milli kimlik ve vatanseverlik tutumları üzerine bir araştırma. *Sosyal Bilimler Perspektifi*, 9(1), 112–125.

POSTERIOR SEMİSİRKÜLER KANAL BPPV'DE EV TEMELLİ VESTİBÜLER REHABİLİTASYON PROGRAMININ TEDAVİ ETKİSİ

Şule Bensu KARAHAN
KTO Karatay University, Graduate Education Institute, Audiology Master's Program with Thesis, Konya, Türkiye
ORCID: 0009-0004-5020-4914
Bayram Sönmez ÜNÜVAR
KTO Karatay University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Konya, Türkiye.
ORCID: 0000-0003-2095-3645

ÖZET

Benign Paroksismal Pozisyonel Vertigo (BPPV), periferik vertigonun en yaygın nedenlerinden biri olup olguların büyük çoğunluğunda posterior semisirküler kanal etkilenmektedir. Bu çalışmanın amacı, standart tedavi yaklaşımı olan Epley manevrasına ek olarak uygulanan dört haftalık ev temelli vestibüler rehabilitasyon (VR) programının vertigo semptom şiddeti, günlük yaşam aktiviteleri ve denge güveni üzerindeki etkilerini değerlendirmektir. Araştırma, Dix-Hallpike testi ile posterior kanal BPPV tanısı doğrulanan 18–50 yaş aralığında toplam 40 bireyle yürütülmüş randomize kontrollü bir çalışmadır. Tüm katılımcılara Epley manevrası uygulanmış ve basit randomizasyon yöntemiyle kontrol ve çalışma grubu olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Kontrol grubuna yalnızca Epley manevrası uygulanırken, çalışma grubuna ek olarak dört haftalık ev temelli VR programı verilmiştir. Değerlendirmelerde Vertigo Semptom Skalası-Kısa Form (VSS-KF), Vestibüler Bozukluklarda Günlük Yaşam Aktiviteleri Ölçeği (VADL) ve Aktiviteye Özgü Denge Güveni Ölçeği (ABC) kullanılmıştır. Her iki grupta tedavi sonrası anlamlı iyileşme görülmekle birlikte, çalışma grubunda düzelme düzeyleri daha yüksek bulunmuştur ($p<0,001$). VSS-KF toplam puanı çalışma grubunda ortalama 24,2 puan azalırken, kontrol grubunda azalma 15,4 puanda kalmıştır. VADL ve ABC skorlarında da çalışma grubu lehine daha belirgin iyileşmeler saptanmıştır. Sonuç olarak, Epley manevrası posterior kanal BPPV tedavisinde etkili olmakla birlikte, ev temelli VR programının eklenmesi semptom kontrolünü ve fonksiyonel iyileşmeyi anlamlı şekilde artırmaktadır. Bu nedenle posterior kanal BPPV tedavisinde Epley manevrası sonrasında standardize edilmiş vestibüler rehabilitasyon programlarının uygulanması önerilir.

Anahtar Kelimeler: Benign paroksismal pozisyonel vertigo, Epley manevrası, vestibüler rehabilitasyon, ev programı, denge.

TREATMENT EFFECTS OF A HOME-BASED VESTIBULAR REHABILITATION PROGRAM IN POSTERIOR SEMICIRCULAR CANAL BPPV

ABSTRACT

Benign Paroxysmal Positional Vertigo (BPPV) is one of the most common causes of peripheral vertigo, with the majority of cases involving the posterior semicircular canal. The aim of this study was to evaluate the effects of a four-week home-based vestibular rehabilitation (VR) program administered in addition to the standard Epley maneuver on vertigo symptom severity, activities of daily living, and balance confidence. This randomized controlled trial included 40 participants aged 18–50 years who were diagnosed with posterior canal BPPV using the Dix-Hallpike test. All participants received the Epley maneuver and were randomly assigned to either a control group, which received only the Epley maneuver, or a study group, which additionally performed a four-week home-based VR program. The Vertigo Symptom Scale–Short Form (VSS-SF), Vestibular Disorders Activities of Daily Living Scale (VADL), and Activity-Specific Balance Confidence Scale (ABC) were used for assessments. Significant improvements were observed in both groups after treatment; however, the study group showed greater improvement across all outcome measures ($p<0,001$). The mean VSS-SF total score decreased by 24.2 points in the study group compared to 15.4 points in the control group. Similarly, more pronounced improvements in VADL and ABC scores were observed in the study group. In conclusion, although the Epley maneuver is an effective treatment for posterior canal BPPV, the addition of a home-based VR program provides superior symptom reduction, enhances independence in daily activities, and improves balance confidence. Therefore, implementing a standardized vestibular rehabilitation program following the Epley maneuver is recommended for patients with posterior canal BPPV.

Keywords: Benign paroxysmal positional vertigo, Epley maneuver, vestibular rehabilitation, home exercise program, balance.

EGZERSİZ VE İMMÜN SİSTEM: BEŞ YILLIK DERLEME

Erhan KIZMAZ
Gaziantep Üniversitesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Gaziantep, Türkiye
ORCID: 0000-0003-1973-4146
Sedat YİĞİT
Gaziantep Üniversitesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Gaziantep, Türkiye
ORCID: 0000-0001-7134-8379

ÖZET

Günümüzde kronik hastalıkların prevalansındaki artış ve salgın hastalıkların küresel ölçekte devam etmesi, konağın bağışıklık sisteminin güçlendirilmesine yönelik yaklaşımların önemini daha da artırmıştır. Bu bağlamda egzersiz, bağışıklık sistemi üzerinde düzenleyici ve güçlendirici etkileri bulunan, güvenli ve etkili bir non-farmakolojik müdahale olarak öne çıkmaktadır. Bu çalışmanın amacı, son beş yıl içerisinde yayımlanan randomize kontrollü çalışmaları sistematik olarak inceleyerek egzersizin bağışıklık sistemi üzerindeki etki mekanizmalarını ortaya koymaktır. Çalışmaya 2020 yılı ve sonrasında İngilizce yayımlanmış toplam 9 randomize kontrollü çalışma dahil edilmiştir. İncelenen çalışmalar; kanser, kronik obstrüktif akciğer hastalığı, COVID-19, romatizmal hastalıklar ve sağlıklı yaşlı bireyleri kapsamakta olup, egzersiz müdahaleleri kuvvetlendirme, esneklik ve aerobik egzersizlerden oluşmuştur. Uygulanan egzersiz protokollerinin süresi tek seanslık akut uygulamalardan 20 haftaya kadar uzanan düzenli eğitim programlarına kadar değişkenlik göstermektedir. Elde edilen bulgular, düzenli ve uygun dozda uygulanan egzersizin T ve B lenfositleri, lökositler ve doğal öldürücü (NK) hücreler gibi bağışıklık hücrelerinin mobilizasyonunu ve fonksiyonlarını artırdığını; regülatör hücre yanıtlarını modüle ettiğini ve TNF-α, IL-6 ve CRP gibi inflamatuar belirteçlerde azalmaya yol açtığını göstermektedir. Ayrıca egzersizin metabolik ve klinik parametreleri iyileştirdiği, yaşam kalitesini artırdığı ve özellikle kanser ve enfeksiyon sonrası dönemlerde immün yanıtı desteklediği belirlenmiştir. Bu derlemenin sonuçları, egzersizin farklı hasta gruplarında bağışıklık yanıtını çok yönlü olarak düzenleyen, inflamasyonu azaltan ve klinik iyileşmeyi destekleyen güçlü bir tamamlayıcı tedavi yaklaşımı olduğunu ortaya koymaktadır. Uygun tip, süre ve şiddette planlanan egzersiz programlarının, gelecekte bağışıklık temelli hastalıkların önlenmesi ve yönetiminde standart tedavi yaklaşımlarına entegre edilmesi önem arz etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Egzersiz, Bağışıklık, İmmün sistem, İnflamasyon

EXERCISE AND THE IMMUNE SYSTEM: A FIVE-YEAR REVIEW

ABSTRACT

The increasing prevalence of chronic diseases and the ongoing global burden of epidemic diseases have further emphasized the importance of strategies aimed at strengthening the host immune system. In this context, exercise has emerged as a safe and effective non-pharmacological intervention due to its immunomodulatory and immune-enhancing effects. The aim of this study was to systematically review randomized controlled trials published over the past five years in order to elucidate the mechanisms through which exercise influences the immune system. A total of nine randomized controlled trials published in English between 2020 and 2024 were included. The reviewed studies focused on individuals with cancer, chronic obstructive pulmonary disease, COVID-19, rheumatic diseases, and healthy older adults, and the exercise interventions consisted of resistance, flexibility, and aerobic exercise modalities. The duration of the exercise protocols varied considerably, ranging from single acute exercise sessions to structured training programs lasting 20 weeks. The findings indicate that regular exercise performed at an appropriate intensity and volume enhances the mobilization and functional capacity of immune cells, including T and B lymphocytes, leukocytes, and natural killer (NK) cells; modulates regulatory immune responses, and leads to reductions in inflammatory markers such as TNF-α, IL-6, and CRP. Furthermore, exercise was shown to improve metabolic and clinical parameters, enhance quality of life, and support immune responses, particularly during cancer and post-infectious recovery periods. Overall, the results of this review highlight exercise as a powerful adjunctive therapeutic approach that exerts multidimensional regulatory effects on immune function, reduces systemic inflammation, and promotes clinical recovery across diverse patient populations. Integrating appropriately designed exercise programs in terms of type, duration, and intensity into standard treatment strategies may play a critical role in the prevention and management of immune-related diseases in the future.

Keywords: Exercise, Immunity, Immun system, Inflamation

GİRİŞ

Fiziksel aktivite eksikliği Tip 2 diyabet, kanser, kardiovasküler hastalıklar, karaciğer yağlanması ve diğer bir grup hastalık gibi kronik durumlarla ilişkili düşük seviyeli (low-grade) inflamasyonla ilişkilidir (Wang 2023). Egzersiz eğitimi ise bu gibi kronik hastalıklarla mücadelede kritik ve non-farmakolojik bir yaklaşımdır. Bu etkinin ortaya çıkmasında bir çok

faktör rol oynamakla birlikte bağışıklık sisteminin modülasyonu bu faktörler arasında önemli bir yere sahiptir (Nieman 2019). Bu nedenle egzersiz eğitimi ve fiziksel olarak aktif olmanın bağışıklık sistemi üzerindeki etkileri iyi şekilde anlaşılmalıdır.

Yaşlanma ile birlikte de yukarıda bahsi geçen kronik hastalıkların görülme sıklığı artmaktadır. Yaşlanmayla ilişkili bağışıklıs sistemi düzensizliği ve sistemik inflamasyon varlığı bu kronik hastalıkların gelişmesindeki temel etmenlerdir. Ayrıca bağışıklık system bozukluğu ve kronik inflamasyon fiziksel inaktivite ile artarken, fiziksel inaktivite ise yaşlanma ile artmaktadır (Flynn 2019).

Yaşlanmayla birlikte artış gösteren bir diğer hastalık grubu ise romatolojik hastalıklardır. Çoğu romatolojik hastalığın temelinde sağlıklı yaşlanmayı engelleyen, bağışıklık system disregülasyonu sonucou oluşan otoimmün mekanizma yatmaktadır (Crowson 2010). Hayvan ve insan çalışmalarından elde edilen bulgular, yaşlanma ile bağışıklık sisteminin düzenleyici kapasitesinde işlevsel değişiklikler meydana geldiğini göstermektedir. İleri yaşta otoimmün ve pro-enflamatuar yanıtların baskılanmasının zayıfladığı, buna karşın kanser hücrelerinin bağışıklık sisteminden kaçışının ve kronik viral enfeksiyonların yeniden aktivasyonunun daha kolay hale geldiği bildirilmektedir. Yaşlanma sürecinde dolaşımda ve dokularda immün düzenleyici hücrelerin sayısal olarak arttığı gözlenmekle birlikte, bu hücrelerin fonksiyonel yeterliliğinin korunup korunmadığı net değildir. Romatoid artrit gibi kronik inflamatuar hastalıklarda ise periferik dolaşımda düzenleyici mekanizmaların azaldığı, inflamasyon bölgesinde ise göreceli bir birikim olduğu dikkat çekmektedir. Ayrıca yaşlanma ve hastalık aktivitesi ile anti-inflamatuar sitokin üretiminin azaldığı ve immün baskılayıcı hücre popülasyonlarının genişlediği, bunun da otoimmünite ve kanser gelişimiyle ilişkili olabileceği düşünülmektedir (Andersson 2020).

Bir diğer önemli sağlık sorunu ise salgın hastalıklardır. Yakını geçmişte yaşanan COVİD-19 gibi salgın hastalıklar hem insanlara hem de sağlık sistemlerine büyük bir yük getirmiştir. Yapılan çalışmalar, sağlıklı kişiler ile enfekte kişiler arasında T hücreleri ve doğal öldürücü (NK) hücrelerin enfekte kişilerde azaldığını göstermiştir (Xiong 2023).

Yukarıda bahsedilen bütün durumlar göz önüne alındığında kronik hastalıklar, romatolojik hastalıklar ve salgınlarla mücadelede en iyi yöntemin konağın bağışıklık sisteminin güçlü olması gerekliliği vurgulanmaktadır. Çalışmaların önerdiği gibi egzersiz eğitimi gibi non-farmakolojik müdahaleler ise bağışıklık sistemi modülasyonu yapması nedeniyle önem arz etmektedir. Bu yüzden bu derlemenin amacı güncel literatürde egzersiz ve fiziksel aktivitenin çeşitli durumlarda bağışıklık sistemi üzerindeki etkilerini açıklamaktır.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışmada, 2020–2025 yılları arasında yayımlanmış, İngilizce dilinde yazılmış ve egzersizin immün sistem üzerindeki etkilerini inceleyen randomize kontrollü çalışmalar (RCT) sistematik olarak incelenmiştir. Literatür taraması, Google Scholar veri tabanında gerçekleştirilmiş olup yalnızca tam metnine erişilebilen çalışmalar değerlendirmeye alınmıştır.

Tarama sürecinde kullanılan anahtar sözcükler *"exercise"*, *"exercise training"*, *"physical activity"* ve *"immune system"* olup, bu terimler tek başına ve Boolean operatörleri (AND/OR) kullanılarak birlikte aranmıştır. Elde edilen çalışmalar, önceden belirlenmiş dahil edilme ve dışlanma kriterleri doğrultusunda değerlendirilmiştir. Dahil edilme kriterleri; (i) randomize kontrollü tasarıma sahip olması, (ii) egzersiz veya fiziksel aktiviteyi temel müdahale olarak içermesi, (iii) immün sistemle ilişkili en az bir biyobelirteci veya klinik immün yanıtı değerlendirmesi ve (iv) 2020–2025 yılları arasında yayımlanmış olması şeklinde belirlenmiştir. Çalışmaların seçim süreci iki bağımsız araştırmacı tarafından yürütülmüştür. İlk aşamada başlık ve özetler incelenmiş, uygun görülen çalışmaların tam metinleri detaylı olarak değerlendirilmiştir. Araştırmacılar arasında görüş ayrılığı oluşması durumunda, ilgili çalışma ortak değerlendirme yoluyla karara bağlanmıştır. Yapılan tarama sonucunda toplam 30 çalışma değerlendirilmiş olup, 9 çalışma araştırmanın amacıyla uyumlu bulunarak çalışma kapsamına alınmıştır

BULGULAR VE TARTIŞMA

Mevcut bulgular, egzersizin bağışıklık sistemi, inflamasyon, metabolik parametreler ve klinik sonuçlar üzerinde çok boyutlu olumlu etkiler oluşturduğunu göstermektedir. Kanser tedavisi sonrası bireylerde akut egzersize yanıt olarak bozulan nötrofil fonksiyonlarının, 16 haftalık egzersiz eğitimi ile kısmen iyileşebildiği bildirilmiştir. Benzer şekilde, egzersiz eğitiminin $CD8^+$ T hücreleri ve doğal öldürücü (NK) hücrelerin dolaşıma katılımını ve tümör dokusuna infiltrasyonunu artırdığı, PD-1 ekspresyonunu azalttığı ve böylece antitümör immün yanıtı güçlendirdiği gösterilmiştir (Brett 2017) (Tablo 1).

Kısa süreli müdahaleler dahi klinik olarak anlamlı sonuçlar ortaya koymaktadır. İki haftalık orta yoğunluklu aerobik egzersizin COVID-19 ile ilişkili semptomların şiddetini ve progresyonunu azalttığı, yaşam kalitesini iyileştirdiği ve lökosit, lenfosit ile immünoglobulin A düzeylerini artırarak bağışıklık fonksiyonunu desteklediği rapor edilmiştir. Aerobik egzersiz eğitimi alan kadınlarda BKİ, HOMA-IR ve hs-CRP düzeylerinde kontrol grubuna kıyasla anlamlı azalmalar saptanmıştır (Mohamed 2021) (Tablo 1).

Kronik solunum hastalıklarında da benzer etkiler gözlenmiştir. Pulmoner rehabilitasyon programlarının stabil faz KOAH hastalarında akciğer fonksiyonlarını, yaşam kalitesini ve T hücre bağışıklık fonksiyonunu iyileştirdiği belirtilmiştir (Ma 2022). Yaşlı bireylerde akut egzersizin T hücresi mobilizasyonunu artırdığı; bu yanıtın egzersiz türüne bağlı olarak değiştiği, direnç egzersizlerinin özellikle fiziksel olarak inaktif bireylerde daha güçlü immün uyarı sağlarken, aerobik egzersizin daha belirgin anti-inflamatuvar etkiler gösterdiği bildirilmiştir (Graff 2022) (Tablo 1).

Merkezi sinir sistemi düzeyinde, egzersizin odaklanma ve işlem hızını artırdığı, hipokampal hacimde artış sağladığı ve IL-6 düzeylerindeki azalma ile sistemik inflamasyonu düşürdüğü gösterilmiştir. Buna karşın bazı çalışmalarda regülatör T hücreleri (Tregs) ve regülatör B hücrelerinde (Bregs) azalma gözlenirken, myeloid-derived suppressor cell (MDSC) ve CRP düzeylerinde anlamlı bir değişiklik saptanmamıştır (Qi 2021) (Tablo 1).

Tablo 1. Çalışmaya dahil edilen araştırmaların özellikleri

Popülasyon	Süre	Müdahale	Sonuç	Kaynak
Meme Kanseri	16 hafta boyunca haftada 3	Aerobik ve dirençli egzersiz	Kanser tedavisinin ardından, BCS'de akut egzersize yanıt olarak bozulmuş nötrofil fonksiyonları olabilir ve bu fonksiyonlar 16 haftalık egzersiz eğitimiyle kısmen düzelebilir.	***Brett, 2021***[7]
COVID-19	Haftada 3 seans olmak üzere, 2 hafta	Orta yoğunlukta aerobik egzersiz	Mevcut çalışma, 2 haftalık orta yoğunluklu aerobik egzersizin COVID-19 ile ilişkili rahatsızlıkların şiddetini ve ilerlemesini azalttığını ve yaşam kalitesini iyileştirdiğini göstermiştir. Ayrıca, 2 haftalık aerobik egzersiz, lökosit, lenfosit ve immünoglobulin A düzeylerini artırarak bağışıklık fonksiyonunu olumlu yönde etkilemiştir.	***Mohamed, 2021***[8]
Polikistik over sendromu	20 hafta	Aerobik egzersiz programı	Aerobik egzersiz eğitimine katılan kadınların BKİ, HOMA-IR ve hs-CRP düzeylerinin kontrol grubuna kıyasla önemli ölçüde azaldığını buldular.	***Pandit, 2022***[9]
Kronik obstrüktif akciğer hastalığı	12 hafta	Büzük dudak solunumu (PLB) eğitimi, karın solunumu eğitimi, iskelet kası eğitimi ve öksürme ve balgam çıkarma eğitimi dahil olmak üzere pulmoner rehabilitasyon eğitimi	Pulmoner rehabilitasyon eğitimi, stabil faz KOAH hastalarının akciğer fonksiyonlarını, yaşam kalitesini ve T hücre bağışıklık fonksiyonunu iyileştirebilir.	***Ma, 2022***[10]
Meme Kanseri	3 hafta Haftada 5 gün	Treadmill koşu egzersizi	Doğal öldürücü (NK) yükselişi, tümör gelişiminde gecikme. Egzersiz eğitimi, radyoterapi ve anti–programmed cell death-1 (PD-1) tedavisini takiben $CD8^+$ T hücreleri ve NK hücrelerde artmış splenik infiltrasyon ve azalmış programmed cell death-1 (PD-1) ekspresyonu ile immün yanıtı güçlendirmiştir.	***Wennerberg, 2020***[11]

Sağlıklı yaşlılar	12 hafta	Qigong (ısınma ve dokuz temel hareketten oluşan, kol ve bacak germe, gövde rotasyonu ve gevşeme bileşenlerini içeren, nefes ve zihinsel farkındalıkla bütünleşmiş, düşük yoğunluklu)	Odaklanma ve işlem hızında artış. Beyin hipokampal hacminde artış. IL-6 da azalma sonucu sistemik inflamasyonda düşme ve iyileşmede artma	***Qi, 2021***[12]
Sağlıklı yaşlılar	Tek seans aerobik ya da tek seans dirençli egzersiz	KHR'inin %60-70'inde treadmill – 2-3 set/8-12 Tekrar (1 maksimum tekrarın %70'inde) leg press, chest press, leg curl, lateral pull down, weighted calf raise, triceps extension, leg extension, and seated row.	Akut egzersiz, yaşlı bireylerde T-hücresi mobilizasyonunu artırmakla birlikte, bu yanıt egzersiz türüne ve fiziksel aktivite düzeyine bağlı olarak değişmekte; direnç egzersizi özellikle fiziksel olarak inaktif bireylerde daha güçlü bir immün uyarı sağlarken, kardiyorespiratuvar egzersiz daha belirgin anti-inflamatuvar etkiler göstermektedir.	***Graff, 2022***[13]
Romatoid Artrit 65 yaş üstü	20 hafta	Orta-şiddetli yoğunlukta aerobik ve dirençli egzersiz	Regülatör T hücreleri (Tregs) ve regülatör B hücreleri (Bregs) egzersiz grubunda azalmıştır. MDSC ve CRP düzeyleri değişmemiştir	***Andersson, 2020***[5]
Akciğer Kanseri	6 hafta haftada 3	Yüksek yoğunluklu aerobik (bisiklet ergometresi)	T hücreleri ve doğal öldürücü (NK) hücrelerinin dolaşıma katılması ve tümörlü dokuya infiltrasyonunda artış eğilimi	***Holmen, 2022***[14]

Genel olarak bu bulgular, egzersizin akut ve kronik etkileriyle immün hücre mobilizasyonunu artırdığını, inflamasyonu azalttığını ve hem onkolojik hem de kronik hastalık bağlamında klinik iyileşmeyi desteklediğini ortaya koymaktadır. Bu derlemede özetlenen bulgular, egzersizin hem akut hem de kronik etkiler yoluyla bağışıklık sistemini çok yönlü olarak modüle ettiğini göstermektedir. Farklı hasta gruplarında ve yaşlı bireylerde elde edilen sonuçlar, egzersizin immün hücre mobilizasyonunu artırırken inflamatuvar yükü azalttığını ve klinik iyileşmeyi desteklediğini ortaya koymaktadır. Özellikle T hücreleri ve doğal öldürücü (NK) hücrelerin dolaşıma katılımı ve hedef dokulara infiltrasyonundaki artış, egzersizin antitümör ve antiviral bağışıklık üzerindeki potansiyel mekanizmalarına işaret etmektedir. Buna karşın regülatör immün hücre popülasyonlarındaki azalma ve bazı inflamatuvar belirteçlerde değişiklik gözlenmemesi, egzersize verilen immün yanıtın egzersiz türü, süresi ve bireysel özelliklere bağlı olarak heterojenlik gösterebileceğini düşündürmektedir. Bu bulgular, egzersizin standart tedavilere tamamlayıcı bir yaklaşım olarak bağışıklık fonksiyonunu optimize etmede önemli bir rol oynayabileceğini desteklemektedir.

SONUÇ

Egzersiz eğitimi ve fiziksel olarak aktif olmak kronik hastalıklarla, romatolojik hastalıklarla ve salgın hastalıklarla mücadelede non farmakolojik etkili bir yöntemdir. Hem aerobic hem de dirençli egzersizler bağışıklık sistemini module ederek kişinin sağlığına olumlu yönde etki etmektedir. Toplum sağlığı için egzersiz eğitimi ve fiziksel olarak aktif bir yaşam tüm rehberler tarafından önerilmektedir.

KAYNAKÇA

Andersson, S. E. M., Nilsson, J., Karlsen, T., Solberg, E. E., Randers, M. B., & Pedersen, B. K. (2020). Moderate- to high-intensity aerobic and resistance exercise reduces peripheral blood regulatory cell populations in older adults with rheumatoid arthritis. *Immunity & Ageing, 17*(1), 12. https://doi.org/10.1186/s12979-020-00187-7

Brett, A. M., Guinan, E. M., McNulty, J. P., O'Brien, N. A., Donohoe, C. L., & Johnson, C. M. (2021). The effects of 16 weeks of exercise training on neutrophil functions in breast cancer survivors. *Frontiers in Immunology, 12*, Article 733101. https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.733101

Crowson, C. S., Liang, K. P., Therneau, T. M., Kremers, H. M., & Gabriel, S. E. (2010). Could accelerated aging explain the excess mortality in patients with seropositive rheumatoid arthritis? *Arthritis & Rheumatism, 62*(2), 378–382. https://doi.org/10.1002/art.27270

Flynn, M. G., Markofski, M. M., & Carrillo, A. E. (2019). Elevated inflammatory status and increased risk of chronic disease in chronological aging: Inflamm-aging or inflamm-inactivity? *Aging and Disease, 10*(1), 147–156. https://doi.org/10.14336/AD.2018.0326

Graff, R. M., Kunz, H. E., Agha, N. H., Baker, F. L., Laughlin, M. S., Bigley, A. B., … Simpson, R. J. (2022). T-cell counts in response to acute cardiorespiratory or resistance exercise in physically active or physically inactive older adults: A randomized crossover study. *Journal of Applied Physiology, 133*(1), 119–129. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00120.2022

Holmen Olofsson, G., Jensen, A. B., Idorn, M., Thor Straten, P., & Gehl, J. (2022). High-intensity aerobic exercise training and immune cell mobilization in patients with lung cancer (HI AIM): A randomized controlled trial. *BMC Cancer, 22*(1), 246. https://doi.org/10.1186/s12885-022-09301-5

Ma, Y., Chen, Y., Zhang, N., Xu, G., Wang, Y., Sun, Y., Bai, C., & Zuo, Z. (2022). Efficacy and safety of pulmonary rehabilitation training on lung function, quality of life, and T cell immune function in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease: A randomized controlled trial. *Annals of Palliative Medicine, 11*(5), 1774–1785. https://doi.org/10.21037/apm-22-451

Mohamed, A. A., & Alawna, M. (2021). The effect of aerobic exercise on immune biomarkers and symptoms severity and progression in patients with COVID-19: A randomized control trial. *Journal of Bodywork and Movement Therapies, 28*(4), 425–432. https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2021.07.012

Nieman, D. C., & Wentz, L. M. (2019). The compelling link between physical activity and the body's defense system. *Journal of Sport and Health Science, 8*(3), 201–217. https://doi.org/10.1016/j.jshs.2018.09.009

Pandit, U., Singh, M., Ranjan, R., & Gupta, V. (2022). The effect of exercise training on body composition, insulin resistance and high sensitivity C-reactive protein (hs-CRP) in women with polycystic ovary syndrome: A pilot study from North India. *Cureus, 14*, e23994. https://doi.org/10.7759/cureus.23994

Qi, D., Wong, N. M., Shao, R., Jamaluddin, M. S., & Chan, J. S. Y. (2021). Qigong exercise enhances cognitive functions in the elderly via an interleukin-6–hippocampus pathway: A randomized active-controlled trial. *Brain, Behavior, and Immunity, 95*, 381–390. https://doi.org/10.1016/j.bbi.2021.04.015

Wang, Y.-H., Tan, J., Zhou, H.-H., Cao, M., & Zou, Y. (2023). Long-term exercise training and inflammatory biomarkers in healthy subjects: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in Psychology, 14*, 1253329. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1253329

Wennerberg, E., Lhuillier, C., Vanpouille-Box, C., Pilones, K. A., García-Martínez, E., Rudqvist, N. P., Formenti, S. C., & Demaria, S. (2020). Exercise reduces immune suppression and breast cancer progression in a preclinical model. *Oncotarget, 11*(4), 452–461.
Xiong, T., Bai, X., Wei, X., et al. (2023). Exercise rehabilitation and chronic respiratory diseases: Effects, mechanisms, and therapeutic benefits. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease, 18*, 1251–1266. https://doi.org/10.2147/COPD.S401245

KAŞEKSİSİ OLAN PANKREAS VE KOLON KANSERİ HASTALARININ VÜCUT KOMPOZİSYONU, EGZERSİZ KAPASİTESİ, SEMPTOM VE YAŞAM KALİTESİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Ezgi ERGİN
Dokuz Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Balçova, İzmir
ORCID: 0000-0002-9470-5831
Didem KARADİBAK
Dokuz Eylül Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi, Balçova, İzmir
ORCID: 0000-0003-3129-6417
Ümit AKAY
Dokuz Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Balçova, İzmir
ORCID: 0000-0002-3906-1084
Burcu AÇIKGÖZ
Dokuz Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Balçova, İzmir
ORCID: 0000-0002-7245-7697
Aytaç TERZİ
Dokuz Eylül Üniversitesi Hastanesi, Tıbbi Onkoloji, Balçova, İzmir
ORCID: 0000-0003-3445-7001
Tuğba YAVUZŞEN
Dokuz Eylül Üniversitesi Hastanesi, Tıbbi Onkoloji, Balçova, İzmir
ORCID: 0000-0001-9375-8133
İlhan ÖZTOP
Dokuz Eylül Üniversitesi Hastanesi, Tıbbi Onkoloji, Balçova, İzmir
ORCID: 0000-0002-0425-0651

ÖZET

Kanser kaşeksisi, beslenme desteğiyle düzelmeyen, fonksiyonel kayıplara, yaşam kalitesinde bozulmaya, yağ ile iskelet kas kütlesinde azalmaya neden olan bir sendromdur. Açlık olmadan 6 ayda %5'ten fazla kilo kaybı; veya %2'den fazla kilo kaybı ile beden kütle indeksi (BKİ) 20 kg/m²'den az olan; veya kilo kaybı %2'den fazla ve sarkopenik bireyler kaşeksi olarak sınıflandırılmaktadır. Bu çalışmada, kaşeksisi olan pankreas ve kolon kanseri hastalarının vücut kompozisyonu, egzersiz kapasitesi, semptom ve yaşam kalitesi düzeylerinin karşılaştırılması amaçlandı. Pankreas kanseri-kaşeksi grubuna (PK-kaşeksi) 13, kolon kanseri-kaşeksi grubuna (KK-kaşeksi) 10, toplam 23 kişi dahil edildi. Demografik ve klinik bilgiler kaydedildi. Vücut kompozisyonu, biyoelektrik empedans analiziyle (Inbody 720) değerlendirildi. Fonksiyonel egzersiz kapasitesi altı dakika yürüme testiyle (6DYT), 6DYT mesafesi, ortalama hızı, kadansı (dakikada atılan adım sayısı) ve adım uzunluğu 6DYT'nde kullanılan kablosuz hareket algılama cihazıyla (G-Walk, BTS Bioengineering SpA, İtalya) değerlendirildi. Semptomlar Edmonton Ölçeği'yle, yaşam kalitesi Avrupa Kanser Araştırma ve Tedavi Örgütü Yaşam Kalitesi anketi (EORTC-QLQ30) kullanılarak değerlendirildi. İstatistiksel analizde Independent Samples t-Test kullanıldı. Katılımcıların yaş ortalamaları (PK-Kaşeksi: 61,84 ± 7,43; KK-kaşeksi: 63,90 ± 8,33) benzerdi ($p>0.05$). PK-kaşeksi grubunun BKİ ve yağ kütlesi değerleri anlamlı düşük

bulundu ($p<0.05$). Kilo ve iskelet kas kütlesi açısından fark bulunmadı ($p>0.05$). 6DYT kadansı, PK-kaşeksi grubunda anlamlı düşükken ($p<0.05$); mesafe, ortalama hız ve adım uzunluğu benzerdi ($p>0.05$). PK-kaşeksi grubu daha yüksek Edmonton-Depresyon skorlarına ($p<0.05$) ve daha düşük EORTC-QLQ30 emosyonel fonksiyon düzeylerine sahipti ($p<0.05$); diğer alt boyutlarda fark bulunmadı ($p>0.05$). Sonuç olarak, kaşektik pankreas kanseri hastaları, kolon kanseri hastalarına kıyasla daha düşük vücut kompozisyonu ve yürüme kadansına, daha fazla depresif semptom ve azalmış emosyonel yaşam kalitesine sahipti.

Anahtar Kelimeler: Kanser, kaşeksi, kanser kaşeksisi, egzersiz kapasitesi, yaşam kalitesi

COMPARISON OF BODY COMPOSITION, EXERCISE CAPACITY, SYMPTOMS, AND QUALITY OF LIFE IN PANCREATIC AND COLON CANCER PATIENTS WITH CACHEXIA

ABSTRACT

Cancer cachexia is a syndrome characterized by functional decline, reduced quality of life, and loss of fat and skeletal muscle mass that does not improve despite nutritional support. Individuals meeting the following criteria are classified as having cachexia: >5% involuntary weight loss within 6 months; >2% weight loss with a body mass index (BMI) <20 kg/m²; or >2% weight loss in the presence of sarcopenia. This study aimed to compare body composition, exercise capacity, symptoms, and quality of life in pancreatic and colon cancer patients with cachexia. A total of 23 participants were included: 13 in the pancreatic cancer–cachexia group (PC-cachexia) and 10 in the colon cancer–cachexia group (CC-cachexia). Demographic and clinical characteristics were recorded. Body composition was assessed using bioelectrical impedance analysis (Inbody 720). Functional exercise capacity was evaluated with the six-minute walk test (6MWT). Walking distance, mean speed, cadence (steps/min), and step length were measured with a wireless motion sensor (G-Walk, BTS Bioengineering SpA, Italy) during the 6MWT. Symptoms were evaluated using the Edmonton Scale, and quality of life using the European Organisation for Research and Treatment of Cancer Quality of Life Questionnaire (EORTC-QLQ30). Independent Samples t-Test was used for statistical analysis. Mean age was similar between groups (PC-cachexia: 61.84±7.43; CC-cachexia: 63.90±8.33; $p>0.05$). The PC-cachexia group had lower BMI and fat mass ($p<0.05$), while weight and skeletal muscle mass did not differ ($p>0.05$). Cadence was significantly lower in the PC-cachexia group ($p<0.05$), whereas distance, mean speed, and step length were similar ($p>0.05$).

The PC-cachexia group showed higher depression scores ($p<0.05$) and lower emotional functioning on the EORTC-QLQ30 ($p<0.05$). Other subscales showed no differences. In conclusion, pancreatic cancer patients with cachexia exhibited poorer body composition, lower walking cadence, more depressive symptoms, and reduced emotional quality of life compared with colon cancer patients with cachexia.

Keywords: Cancer, cachexia, cancer cachexia, exercise capacity, quality of life

VÜCUT KİTLE İNDEKSİNE GÖRE EGZERSİZ SAĞLIK İNANCININ ARAŞTIRILMASI

Serdar ALEMDAĞ
Trabzon University, Faculty of Sport Science, Department of Physical education and sport, 61300 Akçaabat, Trabzon
ORCID: 0000-0002-6478-3361

ÖZET

Egzersiz Sağlık İnancı, bir bireyin düzenli fiziksel aktivitenin kendisi için ne derece gerekli, yararlı ve uygulanabilir olduğuna dair inançlarının bütününü ifade eder. Bu inançlar, bireyin egzersize yönelik tutumlarını, niyetlerini ve nihayetinde davranışını doğrudan etkileyebilir. VKİ kategorilerindeki (zayıf, normal, fazla kilolu, obez) bireylerin egzersizin sağlık üzerindeki etkilerine ve bunu hayatlarına entegre etme kapasitelerine dair inançlarının nasıl farklılaştığı sorusu önem taşımaktadır. Bu araştırmanın amacı, fitness salonuna egzersiz için gelen bireylerin vücut kitle indeksi (VKİ) kategorileri ile egzersiz sağlık inancı düzeyleri arasındaki ilişkiyi incelemektir. Araştırmanın örneklemi, uygun örnekleme yöntemi ile seçilmiş 218 yetişkin katılımcıdan oluşmaktadır. Yöntem olarak betimsel araştırma modelinde tarama yöntemi kullanılmıştır. Veri toplama araçları, katılımcıların boy ve kilo bilgilerini toplayan demografik sorular ile Egzersiz Sağlık İnancı ölçeğinden oluşmuştur. Veri analizinde tanımlayıcı istatistikler, tek yönlü ANOVA, post-hoc testler ve Pearson korelasyon analizi kullanılmıştır. Sonuçlara göre, normal VKİ'deki bireylerin egzersiz sağlık inancı puanları, zayıf, fazla kilolu ve obez gruplara göre anlamlı şekilde daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca VKİ değeri arttıkça (zayıftan obeze doğru) egzersiz sağlık inancının azaldığını gösteren zayıf ancak anlamlı bir negatif korelasyon tespit edilmiştir. Bu bulgular, özellikle fazla kilolu ve obez bireylerde düşük egzersiz inancının bir engel teşkil edebileceğini düşündürmektedir. Çalışma, yüksek VKİ'li bireylere yönelik fiziksel aktivite teşvik programlarının, Sağlık İnanç Modeli çerçevesinde ve bilişsel-davranışçı yaklaşımları da içerecek şekilde tasarlanmasını önermektedir.

Anahtar Kelimeler: Egzersiz, Sağlık İnancı, Vücut Kitle İndeksi.

INVESTIGATION OF EXERCISE HEALTH BELIEF ACCORDING TO BODY MASS INDEX

ABSTRACT

Exercise Health Belief refers to the entirety of an individual's beliefs regarding the necessity, usefulness, and feasibility of regular physical activity for themselves. These beliefs can directly influence an individual's attitudes, intentions, and ultimately their behavior toward exercise.

The question of how individuals in different BMI categories (underweight, normal weight, overweight, obese) differ in their beliefs about the health effects of exercise and their capacity to integrate it into their lives is important. The aim of this study is to examine the relationship between the body mass index (BMI) categories of individuals who come to the gym to exercise and their levels of exercise health belief. The sample of the study consists of 218 adult participants selected using an appropriate sampling method. The survey method was used as the method in the descriptive research model. The data collection tools consisted of demographic questions that collected participants' height and weight information and the Exercise Health Belief Scale. Descriptive statistics, one-way ANOVA, post-hoc tests, and Pearson correlation analysis were used in data analysis. According to the results, the exercise health belief scores of individuals with normal BMI were found to be significantly higher than those in the underweight, overweight, and obese groups. In addition, a weak but significant negative correlation was found, indicating that exercise health belief decreased as BMI increased (from underweight to obese). These findings suggest that low exercise belief may be a barrier, especially in overweight and obese individuals. The study recommends that physical activity promotion programs targeting individuals with high BMI be designed within the framework of the Health Belief Model and include cognitive-behavioral approaches.

Keywords: Exercise, Health Belief, Body Mass Index.

1.GİRİŞ

Fiziksel aktivite, kronik hastalıkların önlenmesi, mental sağlığın korunması ve genel sağlık durumunun iyileştirilmesi için temel bir davranışsal belirleyicidir (World Health Organization [WHO], 2020). Düzenli egzersiz, kardiyovasküler hastalıklar, diyabet, bazı kanser türleri ve kas-iskelet sistemi rahatsızlıkları gibi birçok sağlık sorununun riskini azaltmada etkin bir rol oynamaktadır (Powell et al., 2018). Buna rağmen, dünya genelinde fiziksel inaktivite önemli bir halk sağlığı sorunu olmaya devam etmekte ve yetişkin nüfusun önemli bir kısmı önerilen fiziksel aktivite düzeylerini karşılayamamaktadır (Guthold et al., 2018).

Sağlık davranışlarını benimseme ve sürdürmede bireylerin inanç ve algıları kritik bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda, Sağlık İnanç Modeli (Health Belief Model - HBM), bireylerin belirli bir sağlık davranışını benimseme veya reddetme kararlarını şekillendiren algıları açıklamak için sıklıkla kullanılan bir teorik çerçeve sunmaktadır (Rosenstock, 1974). Model, algılanan duyarlılık, algılanan ciddiyet, algılanan yararlar, algılanan engeller, öz-etkililik (self-efficacy) ve davranış için ipuçları gibi bileşenleri içermektedir. Egzersiz bağlamında, "Egzersiz Sağlık İnancı", bir bireyin düzenli fiziksel aktivitenin kendisi için ne derece gerekli, yararlı ve

uygulanabilir olduğuna dair inançlarının bütününü ifade eder. Bu inançlar, bireyin egzersize yönelik tutumlarını, niyetlerini ve nihayetinde davranışını doğrudan etkileyebilir.

Vücut kitle indeksi (VKİ), vücut ağırlığının boyun karesine oranı olarak hesaplanan ve bireylerin kilo durumunu sınıflandırmak için yaygın olarak kullanılan bir antropometrik ölçüttür (WHO, 2000). VKİ kategorileri (zayıf, normal, fazla kilolu, obez), bireyin mevcut sağlık durumu ve gelecekteki hastalık riskleri hakkında genel bir fikir verse de, bu kategoriler ile bireylerin sağlık davranışlarına yönelik psikolojik belirleyicileri arasındaki ilişki tam olarak anlaşılamamıştır. Özellikle, farklı VKİ kategorilerindeki bireylerin egzersizin sağlık üzerindeki etkilerine ve bunu hayatlarına entegre etme kapasitelerine dair inançlarının nasıl farklılaştığı sorusu önem taşımaktadır. Bu farklılıkların anlaşılması, kilo durumuna göre hedef kitlesi belirlenmiş, daha etkili ve kişiye özgü fiziksel aktivite teşvik programlarının geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

Bu çalışmanın amacı, yetişkin bireylerde VKİ kategorileri ile egzersiz sağlık inancı düzeyleri arasındaki ilişkiyi incelemektir. Araştırmanın temel hipotezi, normal VKİ aralığındaki bireylerin, fazla kilolu ve obez bireylere kıyasla daha yüksek düzeyde egzersiz sağlık inancına sahip olacağı yönündedir. Bu çalışma, literatürdeki bu ilişkiyi ampirik olarak test ederek, sağlık profesyonelleri ve halk sağlığı uygulayıcıları için önemli çıkarımlar sunmayı hedeflemektedir.

2.MATERYAL VE METOD

2.1. Araştırma Deseni

Bu çalışma, nicel araştırma yaklaşımında, betimsel araştırma modelinde tarama yöntemi kullanılarak tazarlanmıştır. Veriler, tek bir zaman noktasında toplanmış ve değişkenler arasındaki ilişkiler incelenmiştir.

2.2. Araştırma Grubu ve Örneklem

Çalışmanın evrenini Trabzon ilindeki fitness salonlarına egzersiz yapmak amacıyla giden yetişkin popülasyon oluşturmaktadır. Örneklem grubu ise bir fitness salonundan uygun örnekleme yöntemi ile seçilmiş 218 katılımcıdan oluşmaktadır. Katılımcıların boy uzunlukları 150 cm ile 195 cm arasında, vücut ağırlıkları ise 48 kg ile 110 kg arasında değişmektedir.

2.3. Veri Toplama Araçları

Demografik Bilgi Formu: Katılımcıların boy (cm) ve kilo (kg) bilgilerini içeren bir form kullanılmıştır. Bu verilerden VKİ (kg/m^2) hesaplanmıştır. VKİ değerleri Dünya Sağlık Örgütü (WHO, 2000) kriterlerine göre sınıflandırılmıştır:

- Zayıf: VKİ < 18.5
- Normal: 18.5 ≤ VKİ < 25.0

- Fazla Kilolu: 25.0 ≤ VKİ < 30.0
- Obez: VKİ ≥ 30.0

Egzersiz Sağlık İnancı Ölçeği: Araştırmada, egzersiz sağlık inancını değerlendirmek amacıyla **25 maddeden oluşan bir ölçek** kullanılmıştır. Ölçek Yılmaz ve Kartal (2021) tarafından Türkçeye uyarlanmıştr. Katılımcılardan her bir maddeyi 1 (Hiç) ile 5 (Çok fazla) arasında derecelendirmeleri istenmiştir. Ölçeğin toplam puanı, tüm maddelerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır; daha yüksek puanlar daha olumlu egzersiz sağlık inancını göstermektedir

2.4. Veri Analizi

Toplanan verilerin istatistiksel analizleri SPSS 25.0 yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Süreklilik gösteren değişkenlerin dağılımı Shapiro-Wilk testi ile kontrol edilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler olarak sayı, yüzde, ortalama ve standart sapma kullanılmıştır. VKİ kategorileri (Z, N, FK, O) ile sürekli egzersiz sağlık inancı puanı arasındaki ilişki tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile test edilmiştir. VKİ (sürekli değişken) ile egzersiz sağlık inancı puanı arasındaki ilişki ise Pearson korelasyon katsayısı ile incelenmiştir. Tüm analizlerde istatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edilmiştir.

3.BULGULAR VE TARTIŞMA

Tablo 1. Tanımlayıcı İstatistikler (N=218)

Değişken	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Boy (cm)	172.2	8.9	150	195
Kilo (kg)	66.5	13.1	48	110
VKİ	22.4	3.5	16.8	33.9
ESİ	3.8	0.7	2.2	5.0

Not: *VKİ:Vücut Kitle İndeksi*

Tablo1, çalışmadaki temel değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikleri göstermektedir. 218 katılımcının ortalama boyu 172.2 cm (SS = 8.9 cm), ortalama ağırlığı 66.5 kg'dır (SS = 13.1 kg). Ortalama Vücut Kitle İndeksi (VKİ) değeri 22.4 kg/m²'dir ve bu değer normal kilo aralığında yer almaktadır (SS = 3.5). En düşük VKİ değeri 16.8 (zayıf), en yüksek VKİ değeri ise 33.9'dur (obez). Egzersiz Sağlık İnancı (ES) ölçeğinden alınan ortalama puan 5 üzerinden 3.8'dir (SS = 0.7), bu değer katılımcıların genel olarak egzersize yönelik olumlu bir inanca sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 2. VKİ Kategorilerine Göre Dağılım

VKİ Kategorisi	Kod	Frekans (n)	Yüzde (%)
Zayıf	Z	8	3.7%
Normal	N	155	71.1%
Fazla Kilolu	FK	45	20.6%
Obez	O	10	4.6%
Toplam		**218**	**100%**

Not: *VKİ:Vücut Kitle İndeksi*

Tablo 2, katılımcıların Dünya Sağlık Örgütü (WHO) standart VKİ kategorilerine göre frekans ve yüzde dağılımını göstermektedir. Katılımcıların büyük çoğunluğu (n=155, %71.1) normal kilo kategorisinde yer almaktadır. Fazla kilolu grupta 45 kişi (%20.6), zayıf grupta 8 kişi (%3.7) ve obez grupta ise 10 kişi (%4.6) bulunmaktadır. Bu dağılım, örneklemin ağırlıklı olarak normal VKİ'ye sahip bireylerden oluştuğunu göstermesi açısından dikkat çekicidir.

Tablo 3. VKİ Gruplarına Göre ESİ Ortalama Puanları Karşılaştırması (ANOVA)

VKİ Grubu	n	ES Ort.	SS	*p*
Zayıf (Z)	8	3.45	0.62	
Normal (N)	155	3.85	0.67	0.008
Fazla Kilolu (FK)	45	3.60	0.75	
Obez (O)	10	3.55	0.82	

Not: *VKİ:Vücut Kitle İndeksi, ESİ: Egzersiz Sağlık İnancı*

Tablo 3, dört VKİ grubu arasında Egzersiz Sağlık İnancı (ES) puanlarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını test etmek için yapılan Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) sonuçlarını göstermektedir. ES ortalama puanı en yüksek normal kilolu gruptadır (3.85). Bunu sırasıyla fazla kilolu (3.60), obez (3.55) ve zayıf (3.45) grupları izlemektedir. ANOVA testinin p değeri 0.008'dir ($p < 0.05$) ve bu sonuç istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu, en az iki VKİ kategorisi arasında egzersiz sağlık inancı düzeyleri açısından anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir. Normal kilodaki bireylerin daha yüksek egzersiz inancına sahip olması, bu grubun sağlıklı yaşam tarzı davranışlarını sürdürme konusunda daha olumlu algı ve öz-etkililik geliştirmiş olabileceği şeklinde yorumlanabilir. Bu bireyler, egzersizin yararlarını daha güçlü hissediyor, uygulama sırasındaki engelleri daha kolay aşabileceklerine inanıyor veya fiziksel aktiviteyi genel sağlık kimliklerinin bir parçası olarak görüyor olabilirler (Bandura, 2004). Buna karşılık, fazla kilolu ve obez bireylerde gözlenen nispeten düşük inanç puanları, literatürde sıklıkla bildirilen "ağırlık önyargısı (weight bias)" ve "içselleştirilmiş damgalanma (internalized stigma)" ile ilişkili olabilir (Puhl & Heuer, 2009).

Tablo 4. VKİ ile ES Ortalama Puanı Arasındaki Korelasyon

Değişken		**ESİ**
VKİ	**r**	-0,18
	p	0,007
	n	218

Not: *VKİ:Vücut Kitle İndeksi, ESİ: Egzersiz Sağlık İnancı*

Tablo 4 , sürekli VKİ değeri ile Egzersiz Sağlık İnancı (ES) ortalama puanı arasındaki doğrusal ilişkiyi incelemek için yapılan Pearson Korelasyon analizinin sonuçlarını göstermektedir. Korelasyon katsayısı (r) -0.18'dir ve bu değer istatistiksel olarak anlamlıdır (p = 0.007). Negatif işaret, VKİ değeri arttıkça ES puanının azalma eğiliminde olduğunu; 0.18 gibi düşük bir mutlak değer ise bu ilişkinin zayıf bir şiddette olduğunu göstermektedir. Özetle, VKİ ile egzersiz sağlık inancı arasında negatif yönde zayıf ancak anlamlı bir ilişki vardır. VKİ ile egzersiz inancı arasındaki negatif korelasyon, obezite derecesi arttıkça bireylerin sağlık davranışlarına yönelik psikolojik motivasyonlarının olumsuz etkilenebileceğine işaret etmektedir. Bu durum, bir "kısır döngü" yaratma potansiyeli taşımaktadır: Düşük egzersiz inancı, fiziksel inaktiviteye yol açabilir; bu da kilo alımını ve VKİ'de artışı tetikleyerek inancı daha da zayıflatabilir.

4.SONUÇ

Bu çalışma, VKİ ile egzersiz sağlık inancı arasında anlamlı bir ilişki olduğunu göstermiştir. Normal kilodaki bireyler daha yüksek egzersiz inancına sahipken, fazla kilolu ve obez bireylerde bu inancın görece daha düşük olması dikkat çekicidir. Bu bulgular, özellikle yüksek VKİ'ye sahip bireylere yönelik fiziksel aktivite programlarının, Sağlık İnanç Modeli çerçevesinde tasarlanması gerektiğine işaret etmektedir. Gelecekteki araştırmalar, farklı VKİ gruplarında egzersiz inancını etkileyen spesifik algıların (yarar, engel, öz-etkililik) derinlemesine incelenmesi ve bu inancı artırmaya yönelik müdahale çalışmalarının etkinliğinin değerlendirilmesi üzerine odaklanmalıdır. Sağlık profesyonelleri, danışanlarının sadece biyometrik verilerini değil, aynı zamanda sağlık davranışlarına yönelik psikolojik hazır bulunuşluklarını da değerlendirerek daha bütüncül ve etkili bir yaklaşım sergileyebilirler.

KAYNAKLAR

Bandura, A. (2004). Health promotion by social cognitive means. *Health Education & Behavior*, *31*(2), 143–164. https://doi.org/10.1177/1090198104263660

Guthold, R., Stevens, G. A., Riley, L. M., & Bull, F. C. (2018). Worldwide trends in insufficient physical activity from 2001 to 2016: a pooled analysis of 358 population-based surveys with 1·9 million participants. *The Lancet Global Health*, *6*(10), e1077–e1086. https://doi.org/10.1016/S2214-109X(18)30357-7

Powell, K. E., King, A. C., Buchner, D. M., Campbell, W. W., DiPietro, L., Erickson, K. I., Hillman, C. H., Jakicic, J. M., Janz, K. F., Katzmarzyk, P. T., Kraus, W. E., Macko, R. F., Marquez,

D. X., McTiernan, A., Pate, R. R., Pescatello, L. S., & Whitt-Glover, M. C. (2018). The Scientific Foundation for the Physical Activity Guidelines for Americans, 2nd Edition. *Journal of Physical Activity and Health*, *16*(1), 1–11. https://doi.org/10.1123/jpah.2018-0618

Puhl, R. M., & Heuer, C. A. (2012). The Stigma of Obesity: A Review and Update. *Obesity*, *17*(5), 941–964. https://doi.org/10.1038/oby.2008.636

Rosenstock, I. M. (1974). Historical Origins of the Health Belief Model. *Health Education Monographs*, *2*(4), 328–335. https://doi.org/10.1177/109019817400200403

World Health Organization. (2000). *Obesity: preventing and managing the global epidemic* (WHO Technical Report Series, No. 894). https://apps.who.int/iris/handle/10665/42330

World Health Organization. (2020). *WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour*. https://apps.who.int/iris/handle/10665/336656

Yılmaz, M. D., & Kartal, A. (2024). Egzersiz sağlık inanç modeli ölçeği'nin geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Yaşam Boyu Hemşirelik Dergisi*, *2*(1), 42-61.

ŞEHİR MARKALAŞMASI AÇISINDAN ŞANLIURFA'NIN MEVCUT DURUM ANALİZİ VE ÖNERİLER

Furkan ÖZGÜZEL
Gaziantep University, Faculty of Sport Sciences, Physical Education and Sport, 27310 Şehitkamil, Gaziantep
ORCID: 0009-0004-7490-8756
Melih ÖZTOP
Gaziantep University, Faculty of Sport Sciences, Department of Sport Management, 27310 Şehitkamil, Gaziantep
ORCID: 0000-0002-4960-5567

ÖZET

Bu araştırmanın amacı Şanlıurfa'nın şehir markalaşması açısından mevcut durumunu tespit etmektir. Bu amaç doğrultusunda şehrin mevcut markalaşma durumu betimlendikten sonra Şanlıurfa ilinin markalaşma açısından geleceğe yönelik, uygulanabilir stratejiler; politikalar ve eylem planları çerçevesinde öneriler sunulacaktır. Araştırmanın yöntemi nitel araştırma yaklaşımı ile tasarlanmış olup doküman analizinden yararlanılacaktır. Araştırmanın ana araştırma sorusu Şanlıurfa ilinin markalaşması açısından mevcut durumu ve öneriler neler olabilir olarak belirlenmiştir. Araştırmanın amacı doğrultusunda yerel yönetimin şehirle ilgili evraklarından, akademik çalışmalardan SWOT analizi yapılarak yararlanılacaktır. Şanlıurfa Büyükşehir statüsünü 12 Kasım 2012 tarihinde almıştır. Kültür ve Turizm Bakanlığı istatistiklerine göre 2023 yılında Şanlıurfa'yı 676.000 turist ziyaret etmiştir. Tarihi, kültürel, inanç ve gastronomi turizmi açısından önemli bir destinasyon şehri olarak Şanlıurfa şehri Harran, Halfeti, Balıklıgöl ve Göbeklitepe gibi turizm ekseninde değerli merkezlere sahiptir. Şanlıurfa'nın sürdürülebilir ekonomik yapısına bakıldığında gelişen sanayisi yanında tarım ve hayvancılık ön plana çıkmaktadır. Şanlıurfa Türkiye'nin yüzde 5'e yakın tarım bölgesine sahip olduğu düşünüldüğünde şehrin ve çevre bölgelerinin Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) ile ekonomik olarak önemli bir bölge olarak gözükmektedir. Tarihi ve kültürel bağlamda Göbeklitepe yerli ve yabancı turistlerin özellikle ziyaret etmek istediği bir yer olarak şehrin ulusal, uluslararası imajını ve markalaşmasına olumlu anlamda etkilemektedir. Şanlıurfa'da gerçekleştirilen ulusal spor organizasyonları olarak Futbol Oyun Dünyası projesi ve yakın tarihli Geçmişten Geleceğe Ata Sporları projesi şehrin markalaşmasına orta ve uzun vadede pozitif katkı sağlayabileceği düşünülebilir. İnanç, kültür ve gastronomi turizmi bağlamında Şanlıurfa şehri önemli bir destinasyon merkezi olarak görülmesine rağmen şehrin markalaşması adına ulusal ve uluslararası spor organizasyonlarının eksik olduğu tespit edilmiştir.

Şehrin kültürel, tarihi ve gastronomi alanlarındaki gelişmeler SWOT analizi ile betimlenmiş, şehrin markalaşma sürecine gelecekte olumlu etki edebileceği düşünülen ulusal ve uluslararası spor organizasyonları düzenlenmesi önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Marka şehir, Şanlıurfa, Mevcut durum, Göbeklitepe, Spor organizasyonları

CURRENT SITUATION ANALYSIS AND RECOMMENDATIONS FOR CITY BRANDING IN ŞANLIURFA

ABSTRACT

The aim of this research is to determine the current situation of Şanlıurfa in terms of city branding. To this end, after describing the current branding situation of the city, recommendations will be presented within the framework of feasible strategies, policies and action plans for the future of branding in Şanlıurfa. The research methodology is designed using a qualitative research approach and will utilize document analysis. The main research question is defined as: What is the current situation and what are the possible suggestions for branding Şanlıurfa province? In line with the research objective, local government documents related to the city and academic studies will be used for SWOT analysis. Şanlıurfa gained metropolitan status on November 12, 2012. According to the Ministry of Culture and Tourism statistics, 676,000 tourists visited Şanlıurfa in 2023. As an important destination city in terms of historical, cultural, religious, and gastronomic tourism, Şanlıurfa has valuable centers such as Harran, Halfeti, Balıklıgöl, and Göbeklitepe. Looking at Şanlıurfa's sustainable economic structure, agriculture and animal husbandry stand out alongside its developing industry. Considering that Şanlıurfa has nearly 5% of Turkey's agricultural region, the city and its surrounding areas appear as an economically important region with the Southeastern Anatolia Project (GAP). In its historical and cultural context, Göbeklitepe, a place that both domestic and foreign tourists particularly want to visit, positively influences the city's national and international image and branding. National sports organizations held in Şanlıurfa, such as the "Football World" project and the recent "Traditional Sports from Past to Future" project, can be considered to have a positive impact on the city's branding in the medium and long term. Although Şanlıurfa is seen as an important destination center in terms of faith, culture, and gastronomy tourism, it has been determined that there is a lack of national and international sports organizations for the city's branding.

The city's developments in cultural, historical, and gastronomic fields have been described using a SWOT analysis, and it is suggested that national and international sports organizations, which are thought to have a positive impact on the city's branding process in the future, should be organized.

Keywords: Brand city, Şanlıurfa, Current situation, Göbeklitepe, Sports organizations

BEDEN EĞİTİMİ ÖĞRETMEN ADAYLARININ KARANLIK DÖRTLÜ KİŞİLİK ÖZELLİKLERİ VE NOMOFOBİ ARASINDAKİ İLİŞKİDE SPORUN ARACI ROLÜ

Nida FIRAT
Hitit University, Faculty of Sport Sciences, Department of Physical Education and Sport, 19000 Merkez, Çorum
ORCID: 0009-0009-9081-7797
Metin KUŞ
Hitit University, Faculty of Sport Sciences, Department of Physical Education and Sport, 19000 Merkez, Çorum
ORCID: 0000-0002-7292-825X

ÖZET

Karanlık Dörtlü kişilik özellikleri (narsisizm, makyavelizm, psikopati ve sadizm), bireylerin sosyal etkileşimleri ve uyum davranışları üzerinde belirleyici etkileri olan yapılardır. Nomofobi ise akıllı telefondan uzak kalma kaygısını ifade eder ve akademik işlevsellik ile psikososyal uyum açısından önemli bir risk faktörüdür. Sporun, Karanlık Dörtlü kişilik özellikleri ile nomofobi arasındaki ilişkide düzenleyici veya aracı bir rol üstlenebileceği öne sürülse de, bu konudaki çalışmaların sınırlı olması bütüncül bir anlayışı zorlaştırmaktadır. Bu bağlamda, beden eğitimi öğretmen adaylarında söz konusu değişkenler arasındaki ilişkilerin incelenmesi, eğitim uygulamaları ve sürdürülebilir kaliteli eğitim hedefleri açısından önem taşımaktadır. Araştırmanın amacı, Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği öğrencilerinin Karanlık Dörtlü kişilik özellikleri ile nomofobi düzeyleri arasındaki ilişkide spor yapma durumunun aracılık rolünü incelemektir. Nicel yaklaşımla ilişkisel tarama modeli kullanılmıştır. Bulgular, beden eğitimi öğretmen adaylarının Karanlık Dörtlü kişilik özelliklerinin orta düzeyde olduğunu göstermiştir. Spor yapanların ortalaması ($\bar{X}$ = 3.03), yapmayanların ortalaması ise ($\bar{X}$ = 3.07) olup, standart sapma değerinin 0.798 her iki grupta da aynı olması nedeniyle, spor yapma durumuna göre anlamlı bir fark bulunmamıştır. Ancak, Karanlık Dörtlü kişilik özellikleri ile nomofobi düzeyleri arasında pozitif, orta düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmıştır ($r = .308$, $p < .001$). Regresyon analizleri, Karanlık Dörtlü özelliklerinin nomofobi düzeyini doğrudan ve anlamlı biçimde yordadığını ($\beta = .32$, $p < .001$), ortaya koymuştur. Öte yandan, spor yapma durumunun bu ilişkide anlamlı bir aracılık etkisi oluşturmadığı belirlenmiştir. Bu bulgular, Karanlık Dörtlü kişilik özelliklerinin nomofobi üzerinde belirleyici bir rol oynadığını, ancak spor yapma durumunun bu ilişkiyi açıklayıcı bir aracı değişken olmadığını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Karanlık dörtlü kişilik özellikleri, nomofobi, spor katılımı, beden eğitim öğretmen adayları

* Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı (2024, 2. Dönem) kapsamında desteklenmiştir.

THE MEDIATING ROLE OF SPORT IN THE RELATIONSHIP BETWEEN DARK TETRAD PERSONALITY TRAITS AND NOMOPHOBIA AMONG PHYSICAL EDUCATION TEACHER CANDIDATES

ABSTRACT

The Dark Tetrad personality traits (narcissism, Machiavellianism, psychopathy, and sadism) are structures that decisively impact individuals' social interactions and adaptive behaviors. Nomophobia, defined as the anxiety experienced when separated from a smartphone, is a significant risk factor for academic functioning and psychosocial adjustment. Although sport is hypothesized to assume a moderator or mediator role in the relationship between Dark Tetrad traits and nomophobia, limited research hinders a comprehensive understanding. Examining these variables among physical education teacher candidates is crucial for educational practices and policy development, contributing to the promotion of sustainable quality education. The study's aim was to investigate the mediating role of sport participation in the relationship between Dark Tetrad personality traits and nomophobia levels among Physical Education and Sports Teaching students. A quantitative approach using a correlational survey design was adopted. Findings showed that the Dark Tetrad traits of teacher candidates were at a moderate level. The mean score for those participating in sports ($\bar{X}$ = 3.03), and non-participants ($\bar{X}$ = 3.07) were similar, with a standard deviation of 0.798 in both groups, indicating no significant difference in Dark Tetrad traits based on sport participation status. However, a positive, moderate, and statistically significant relationship was found between Dark Tetrad personality traits and nomophobia levels ($r = .308$, $p < .001$). Regression analyses demonstrated that Dark Tetrad traits directly and significantly predicted nomophobia levels ($\beta = .32$, $p < .001$), Conversely, sport participation was found not to establish a significant mediating effect in this relationship. These results suggest that Dark Tetrad personality traits play a decisive role as a predictor of nomophobia, but sport participation does not function as an explanatory mediating variable in this association.

Keywords: Dark tetrad personality traits, nomophobia, sport participation, physical education teacher candidates

*This study was supported under The Scientific and Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK) 2209-A University Students Research Projects Support Program (2024, 2nd Term).

PSİKOLOJİK DAYANIKLILIK VE RUH SAĞLIĞI: SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ ÖĞRENCİLERİ ÜZERİNE BİR ARAŞTIRMA

Kenan KOÇ
Erciyes Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Kayseri, TÜRKİYE
ORCID: 0000-0002-1459-2655
Mustafa Soner YÜCE
İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, İstanbul, TÜRKİYE
ORCID: 0000-0001-7896-6073
Hayati ARSLAN
Erciyes Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Spor Yöneticiliği Anabilim Dalı, Kayseri, TÜRKİYE
ORCID: 0000-0002-5448-2653

ÖZET

Bu araştırma, spor bilimleri fakültesi öğrencilerinin psikolojik sağlamlık ve pozitif zihinsel sağlık düzeylerini çeşitli demografik değişkenler açısından incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırmanın örneklemini, 2024-2025 eğitim-öğretim yılında Erciyes Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi'nde öğrenim gören 1259 öğrenci arasından rastgele seçilen 399 öğrenci oluşturmaktadır. Veri toplama araçları olarak, Doğan (2015) tarafından Türkçeye uyarlanan "Kısa Psikolojik Sağlamlık Ölçeği" ve Yılmaz Akbaba ve Eldeleklioğlu (2019) tarafından Türkçeye uyarlanan "Pozitif Zihinsel Sağlık Ölçeği" kullanılmıştır. Verilerin analizinde bağımsız örneklem t-testi ve tek yönlü varyans analizi uygulanmış olup istatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak belirlenmiştir. Araştırma bulguları, cinsiyet ve yaş değişkenlerinde psikolojik sağlamlık açısından anlamlı farklılık olmadığını, ancak pozitif zihinsel sağlık puanlarında anlamlı farklılıklar bulunduğunu göstermiştir. Bölüm değişkenine göre her iki ölçekte de anlamlı bir farklılaşma tespit edilmezken, sınıf düzeyine göre hem psikolojik sağlamlık hem de pozitif zihinsel sağlık puanlarında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar belirlenmiştir. Spor yapma sıklığı psikolojik sağlamlık puanlarında anlamlı farklılık gösterirken, spor türü değişkeni pozitif zihinsel sağlık puanlarında anlamlı farklılıklara neden olmuştur. Sonuç olarak, demografik ve yaşam tarzı değişkenlerinin pozitif zihinsel sağlık üzerinde belirgin etkiler gösterdiği, psikolojik sağlamlık üzerinde ise daha sınırlı etkilere sahip olduğu ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Psikolojik Sağlamlık, Spor, Zihinsel Sağlık

PSYCHOLOGICAL RESILIENCE AND MENTAL HEALTH: A STUDY ON SPORTS SCIENCE FACULTY STUDENTS

ABSTRACT

This study aims to examine the psychological resilience and mental health levels of students enrolled in a faculty of sports sciences with respect to various demographic variables. The sample of the study consisted of 399 students randomly selected from a total of 1,259 students studying at the Faculty of Sports Sciences at Erciyes University during the 2024–2025 academic year. Data were collected using the Brief Psychological Resilience Scale, adapted into Turkish by Doğan (2015), and the Positive Mental Health Scale, adapted into Turkish by Yılmaz Akbaba and Eldeleklioğlu (2019). Independent samples t-test and one-way analysis of variance (ANOVA) were employed for data analysis, with the level of statistical significance set at $p<0.05$. The findings revealed no significant differences in psychological resilience with respect to gender and age variables; however, significant differences were observed in positive mental health scores. While no significant differences were found in either scale according to department, statistically significant differences were identified in both psychological resilience and positive mental health scores based on class level. Frequency of participation in sports showed a significant effect on psychological resilience scores, whereas type of sport led to significant differences in positive mental health scores. In conclusion, demographic and lifestyle variables were found to have a pronounced impact on positive mental health, while their effects on psychological resilience were relatively limited.

Keywords: Psychological resilience, Sports, Mental Health

GİRİŞ

Psikolojik sağlamlık, bireylerin stresli dönemlerde meydana gelen ve zihinsel sağlığını tetikleyebilecek olumsuzluklarla başarılı bir şekilde baş etmesini sağlayan önemli bir kavramdır. Stres, sıkıntı veya zorlayıcı süreçlere rağmen olumlu uyumu yansıtan dinamik bir süreç olarak karşımıza çıkan psikolojik sağlamlık (Masten, 2001), bireylerin engelleri zaman, enerji ve mevcut kaynakların yardımıyla büyüme ve gelişme şansı olarak kullanmalarına olanak tanımaktadır. Psikolojik sağlamlığın çeşitli tanımları, zorlu engellerin üstesinden gelmede ısrar edebilen bireyleri ifade eden ortak bir temayı yansıtmaktadır (Hart ve ark., 2014). Bireylerin zorluklar karşısında psikolojik sağlığını sürdürebilme kapasitesini ifade eden bu kavram, Dünya Sağlık Örgütünün sağlığı "sadece hastalığın olmayışı değil tam bir iyilik hali olarak" tanımlamasıyla da uyumludur (Dünya Sağlık Örgütü, 2005).

Zihinsel sağlık, yalnızca akıl hastalığının olmaması değil, aynı zamanda bireyin potansiyelini geliştirme, üretken ve inovatif çalışma, başkalarıyla güçlü ve olumlu ilişkiler kurma ve topluma katkıda bulunma becerisini de kapsamaktadır (Akça, 2023). Zihinsel sağlık yaşamın her aşamasında önemli olup bireyin fiziksel sağlığından etkilenmekte, aynı şekilde zihinsel sağlık da fiziksel sağlığı etkilemektedir. Bu geniş bilişsel ve yapısal değişikliklere uyum sağlayabilmek için etkili başa çıkma biçimlerinin kullanılması zorunludur. Özellikle pandemiler, ekonomik krizler, depremler ve diğer öngörülemeyen olayların meydana geldiği günümüz yaşamında insanlar hem psikolojik hem de zihinsel yönden ciddi derecede etkilenmektedir. Bu zorlu ve stresli dönemlerde özellikle eğitim sürecinde olan öğrencilerin dayanıklı ve sağlıklı olması büyük önem arz etmektedir (Akça, 2023).

Kişilerin fiziksel ve psikolojik sağlıklarını muhafaza edebilmelerinde spor oldukça büyük bir öneme sahiptir (Elmas ve ark., 2021). Spor, insanda psikolojik olarak kötü durumları, ruhsal negatifliği, endişe ve korkuyu azaltarak psikolojik iyi oluş düzeyini yükseltmekte ve kişinin refah yaşamını arttırmaktadır. Sağlıklı bir yaşam sürebilmek için kişilerin düzenli ve sürekli spor yapmalarıyla beraber psikolojik iyi oluşun da iyi seviyede olması gerektiği ifade edilmektedir (Elmas ve ark., 2021). Özellikle spor bilimleri fakültesi öğrencileri hem akademik yükümlülüklerini yerine getirmekte hem de düzenli antrenman ve müsabaka programlarını sürdürmekte olduklarından, fiziksel ve psikolojik açıdan yoğun bir yaşam temposuna sahiptirler. Bu durum, söz konusu grubun psikolojik sağlamlık ve zihinsel sağlık düzeylerinin incelenmesini önemli kılmaktadır.

Bu bağlamda, sporun bireylerin zihinsel sağlık üzerindeki etkilerini incelemek, günümüzün karmaşık sosyal yapılarında bireylerin karşılaştıkları psikososyal zorlukları anlamak ve çözüm üretmek açısından büyük önem taşımaktadır. Bu araştırmanın amacı, spor bilimleri fakültesi öğrencilerinin psikolojik sağlamlık ve zihinsel sağlık düzeylerini çeşitli demografik değişkenler açısından incelemektir.

MATERYAL METOT

Araştırmanın Yöntemi

Bu araştırmada, spor bilimleri fakültesi öğrencilerinin psikolojik sağlamlık ve zihinsel sağlık düzeylerini mevcut durumlarıyla ortaya koymak ve bu düzeylerin bazı demografik değişkenlere göre nasıl farklılaştığını incelemek amacıyla betimsel tarama deseni kullanılmıştır. Betimsel tarama yaklaşımı, herhangi bir değişkene müdahalede bulunmadan var olan durumu bütün yönleriyle betimlemeye olanak sağlayan bir yöntem olarak tanımlanmaktadır (Karasar, 2007). Çalışmanın amacı doğrultusunda, öğrencilerin psikolojik sağlamlık ve zihinsel sağlık

düzeylerinin doğal koşullar altında ölçülmesi ve demografik özelliklere göre karşılaştırılması gerektiğinden bu desen uygun görülmüştür. Bu yöntem, araştırma grubuna ilişkin psikolojik ve bireysel özelliklerin sistematik biçimde analiz edilmesine imkân tanıdığı için çalışma kapsamında etkili bir yöntem olarak değerlendirilmiştir.

Araştırmanın Örneklemi

Araştırmanın örneklemini, 2024-2025 eğitim-öğretim yılında Erciyes Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi'nde öğrenim gören 1259 öğrenci arasından rastgele seçilen 399 öğrenci oluşturmaktadır.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama aracı olarak anket yöntemi kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan anketler gerekli izinler alındıktan sonra uygulanmaya başlanmıştır. Anket formu üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde bazı demografik özellikleri belirlemek amacıyla form hazırlanmıştır. İkinci bölümde ‘Kısa Psikolojik Sağlamlık Ölçeği’, üçüncü bölümde ‘Pozitif Zihinsel Sağlık Ölçeği’ kullanılmıştır.

Kısa Psikolojik Sağlamlık Ölçeği

Bu ölçek Smith vd. (2008) tarafından geliştirilmiş, Doğan (2015) tarafından ölçeğin Türkçe uyarlaması yapılmış ve psikometrik özellikleri incelenmiştir. Ölçeğin madde faktör yükleri .63 ile .79 arasında değişmektedir. Ölçeğin madde toplam korelasyon değerleri .49 ile .66 arasındadır. Ölçek 5’li Likert tipinde hazırlanmıştır ve ölçekte 6 madde bulunmaktadır. Ölçek "Hiç uygun değil" (1), "Uygun Değil" (2), "Biraz Uygun" (3), "Uygun" (4), "Tamamen Uygun" (5) şeklinde cevaplanmaktadır. Ölçekte 2., 4. ve 6. maddeler tersten kodlanmaktadır. Ölçekten alınan yüksek puan psikolojik sağlamlığın yüksek olduğunu göstermektedir. Ölçeğin iç tutarlık katsayısı .83 olarak tespit edilmiştir. Bu örneklem grubunda da .87 olarak bulunmuştur.

Pozitif Zihinsel Sağlık Ölçeği

Lukat ve arkadaşları (2016) tarafından geliştirilen ve Yılmaz-Akbaba ve Eldeleklioğlu (2019) tarafından Türkçeye uyarlanan ‘Pozitif Zihinsel Sağlık Ölçeği’ kullanılmıştır. Yılmaz-Akbaba ve Eldeleklioğlu (2019) ölçeğe ait Cronbach’s Alpha değerini .85 olarak hesaplamışlardır. Bu örneklem grubunda da .84 olarak bulunmuştur.

Verilerin Analizi

Araştırmadan elde edilen veriler SPSS 25.0 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Katılımcılara ait demografik bilgiler ile ölçek puanları için frekans ve yüzde değerleri hesaplanmıştır. Verilerin dağılımı çarpıklık ve basıklık değerleriyle incelenmiş; değerlerin ±1,5 aralığında bulunması nedeniyle verilerin normal dağılım gösterdiği kabul edilmiştir

(Tabachnick ve Fidell, 2013). Bu doğrultuda analizlerde parametrik testler kullanılmıştır. İkili grup karşılaştırmalarında bağımsız örneklemler t-testi, üç ve daha fazla grup karşılaştırmalarında tek yönlü varyans analizi (ANOVA) uygulanmıştır. Gruplar arası farkın kaynağını belirlemek için Lsd testi kullanılmıştır. Araştırmada anlamlılık düzeyi p<0,05 olarak kabul edilmiştir.

Tablo 2. Katılımcıların Psikolojik Sağlamlıkları ve Zihinsel Sağlıklarının Cinsiyetlerine Göre Karşılaştırılması

Ölçek	Cinsiyet	N	Ortalama	Ss	T	p
Kısa Psikolojik Sağlamlık	Kadın	179	2,9804	,56402	1,416	,157
	Erkek	220	2,8864	,72864		
Pozitif Zihinsel Sağlık	Kadın	179	2,7536	,46012	3,697	**,000**
	Erkek	220	2,5566	,57974		

Tablo 2 incelendiğinde katılımcıların cinsiyet değişkenine göre psikolojik sağlamlık puan ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmezken, pozitif zihinsel sağlık puan ortalamalarında cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir.

Tablo 3. Katılımcıların Psikolojik Sağlamlıkları ve Zihinsel Sağlıklarının Yaşlarına Göre Karşılaştırılması

Ölçek	Yaş	N	Ortalama	Ss	F	p	LSD
Kısa Psikolojik Sağlamlık	18-20[a]	131	2,8524	,75011	1,812	,165	-
	21-23[b]	208	2,9439	,60995			
	24-üzeri[c]	60	3,0417	,61112			
Pozitif Zihinsel Sağlık	18-20[a]	131	2,5403	,57863	4,800	***,009***	a<b a<c
	21-23[b]	208	2,6709	,47504			
	24-üzeri[c]	60	2,7833	,61284			

Tablo 3 incelendiğinde katılımcıların yaş değişkenine göre yapılan analizlerde, psikolojik sağlamlık puan ortalamalarında anlamlı bir fark tespit edilmezken**,** pozitif zihinsel sağlık puan ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir.

Tablo 4. Katılımcıların Psikolojik Sağlamlıkları ve Zihinsel Sağlıklarının Bölümlerine Göre Karşılaştırılması

Ölçek	Bölüm	N	Ortalama	Ss	F	p
Kısa Psikolojik Sağlamlık	Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği	72	2,7847	,75238	2.554	.596
	Spor Yöneticiliği	123	2,9864	,60342		
	Antrenörlük	124	2,8790	,70305		
	Rekreasyon	80	3,0458	,56315		
Pozitif Zihinsel Sağlık	Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği	72	2,5880	,51729	,757	,519
	Spor Yöneticiliği	123	2,7010	,53251		
	Antrenörlük	124	2,6308	,57177		
	Rekreasyon	80	2,6319	,51135		

Tablo 4 incelendiğinde katılımcıların bölüm değişkenine göre yapılan analizlerde kısa psikolojik sağlamlık ölçeği ve pozitif zihinsel sağlık ölçeği puan ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmemiştir.

Tablo 5. Katılımcıların Psikolojik Sağlamlıkları ve Zihinsel Sağlıklarının Sınıflarına Göre Karşılaştırılması

Ölçek	Sınıfınız	N	Ortalama	Ss	F	p	Lsd
Kısa Psikolojik Sağlamlık	1. Sınıf [a]	47	2,4787	,94128	10,737	,000	**a<b a<c a<d**
	2.Sınıf [b]	111	2,9384	,66512			
	3.Sınıf [c]	119	2,9216	,63920			
	4.Sınıf [d]	122	3,0997	,43633			
Pozitif Zihinsel Sağlık	1.Sınıf [a]	47	2,2719	,72336	11,448	,000	**a<b a<c a<d**
	2.Sınıf [b]	111	2,6546	,49473			
	3.Sınıf [c]	119	2,6908	,51920			
	4.Sınıf [d]	122	2,7923	,43703			

Tablo 5 incelendiğinde katılımcıların sınıf değişkenine göre yapılan analizlerde psikolojik sağlamlık ve pozitif zihinsel sağlık puan ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir.

Tablo 6. Katılımcıların Psikolojik Sağlamlıkları ve Zihinsel Sağlıklarının Spor Yapma Sıklıklarına Göre Karşılaştırılması

Ölçek	Spor Yapma Sıklığı	N	Ortalama	Ss	F	p	Lsd
Kısa Psikolojik Sağlamlık	Haftada 1[a]	102	2,8775	,70043	2,482	***,043***	e>a e>b e>c e>d
	Haftada 2[b]	93	2,8925	,67640			
	Haftada 3[c]	112	2,9152	,59148			
	Haftada 4[d]	72	2,9468	,63469			
	Haftada 5[e]	20	3,6667	,74063			
Pozitif Zihinsel Sağlık	Haftada 1[a]	102	2,6275	,52528	1,267	,282	-
	Haftada 2[b]	93	2,5974	,53411			
	Haftada 3[c]	112	2,7321	,49366			
	Haftada 4[d]	72	2,6327	,53487			
	Haftada 5[e]	20	2,5111	,80075			

Tablo 6 incelendiğinde katılımcıların spor yapma sıklığı değişkenine göre yapılan analizlerde, psikolojik sağlamlık puan ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilirken pozitif zihinsel sağlık puan ortalamalarında anlamlı farklılık tespit edilmemiştir.

Tablo 7. Katılımcıların Psikolojik Sağlamlıkları ve Zihinsel Sağlıklarının Yaptıkları Spor Türüne Göre Karşılaştırılması

Ölçek	Yaptığınız Spor Türü	N	Ortalama	Ss	T	p
Kısa Psikolojik Sağlamlık	Bireysel spor	322	2,9581	,64775	1,829	,566
	Takım sporları	77	2,8052	,70369		
Pozitif Zihinsel Sağlık	Bireysel Spor	322	2,6560	,50466	,837	***,001***
	Takım Sporları	77	2,5988	,66059		

Tablo 7 incelendiğinde katılımcılar yaptığınız spor türü değişkenine göre psikolojik sağlamlık puan ortalamalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmezken, zihinsel sağlık puan ortalamalarında yapılan spor türüne göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir.

SONUÇ

Bu araştırmada spor bilimleri alanında öğrenim gören üniversite öğrencilerinin psikolojik sağlamlık ve pozitif zihinsel sağlık düzeylerinin çeşitli demografik ve sportif değişkenlere göre incelenmesi amaçlanmıştır.

Cinsiyet değişkenine ilişkin bulgular incelendiğinde, katılımcıların psikolojik sağlamlık düzeylerinin kadın ve erkek öğrenciler arasında anlamlı biçimde farklılaşmadığı görülmüştür. Bu durum, psikolojik sağlamlığın cinsiyetten bağımsız olarak bireyin yaşam deneyimleri, başa çıkma becerileri ve çevresel destek kaynaklarıyla şekillenebileceğini düşündürmektedir. Buna karşın pozitif zihinsel sağlık düzeylerinin kadın öğrenciler lehine anlamlı biçimde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu bulgu, kadın öğrencilerin duygusal farkındalıklarının ve sosyal destek mekanizmalarını kullanma eğilimlerinin daha yüksek olmasına bağlı olarak zihinsel sağlıklarını daha olumlu değerlendirdiklerini düşündürmektedir.

Sınıf düzeyine göre yapılan analizlerde hem psikolojik sağlamlık hem de pozitif zihinsel sağlık puanlarının sınıf yükseldikçe arttığı belirlenmiştir. Özellikle 4. sınıf öğrencilerinin her iki ölçekte de en yüksek puanlara sahip olması, üniversite sürecinde kazanılan deneyimlerin, bireylerin stresle başa çıkma becerilerini ve zihinsel iyilik hâllerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir. Buna karşılık 1. sınıf öğrencilerinin daha düşük puanlara sahip olması, üniversiteye uyum sürecinin psikolojik açıdan zorlayıcı olabileceğini düşündürmektedir.

Yaş değişkenine göre elde edilen sonuçlar, psikolojik sağlamlık düzeylerinin yaş grupları arasında anlamlı biçimde farklılaşmadığını, ancak pozitif zihinsel sağlık düzeylerinin yaş ilerledikçe arttığını göstermektedir. Özellikle 22–23 yaş ve 24 yaş ve üzeri gruplarının 18–20 yaş grubuna kıyasla daha yüksek pozitif zihinsel sağlık puanlarına sahip olması, üniversite yaşamına uyum sürecinin ilerleyen yıllarda tamamlanması, akademik ve sosyal deneyimlerin artmasıyla bireylerin kendilerini daha iyi hissetmeleriyle açıklanabilir.

Bölüm değişkenine ilişkin bulgular, katılımcıların öğrenim gördükleri bölüme göre psikolojik sağlamlık ve pozitif zihinsel sağlık düzeylerinde anlamlı bir farklılık olmadığını ortaya koymuştur. Bu durum, spor bilimleri fakültesinde yer alan bölümlerin benzer akademik ve sportif yapıya sahip olmasının, öğrencilerin psikolojik özellikleri üzerinde benzer etkiler oluşturduğunu düşündürmektedir.

Spor yapma sıklığına ilişkin bulgular, psikolojik sağlamlık düzeyinin spor yapma sıklığı arttıkça yükseldiğini ortaya koymuştur. Haftada beş gün spor yapan öğrencilerin psikolojik sağlamlık düzeylerinin daha yüksek olması, düzenli fiziksel aktivitenin stresle başa çıkma, öz disiplin ve özgüven gelişimi üzerindeki olumlu etkileriyle açıklanabilir. Ancak pozitif zihinsel sağlık düzeylerinin spor yapma sıklığına göre anlamlı biçimde farklılaşmaması, zihinsel sağlığın yalnızca fiziksel aktiviteye değil; sosyal, akademik ve kişisel faktörlere de bağlı olduğunu göstermektedir.

Spor türüne göre elde edilen bulgular, psikolojik sağlamlık açısından bireysel ve takım sporları arasında anlamlı bir fark olmadığını, buna karşın pozitif zihinsel sağlık düzeylerinin bireysel spor yapan öğrenciler lehine anlamlı biçimde daha yüksek olduğunu ortaya koymuştur. Bireysel sporların öz düzenleme, içsel motivasyon ve kişisel hedef belirleme gibi özellikleri desteklemesi, bireylerin zihinsel sağlıklarını daha olumlu algılamalarına katkı sağlamış olabilir.

Bu araştırma sonucunda, spor bilimleri fakültesi öğrencilerinin psikolojik sağlamlık ve pozitif zihinsel sağlık düzeylerinin bazı demografik ve sportif değişkenlere göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Psikolojik sağlamlık düzeylerinin cinsiyet, yaş, bölüm ve spor türüne göre anlamlı biçimde değişmediği; buna karşın sınıf düzeyi ve spor yapma sıklığına göre anlamlı farklılıklar gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Pozitif zihinsel sağlık düzeylerinin ise cinsiyet, yaş, sınıf düzeyi ve spor türüne göre anlamlı biçimde farklılaştığı, bölüm ve spor yapma sıklığı değişkenlerine göre ise anlamlı bir farklılık göstermediği saptanmıştır.

Gelecek araştırmalarda farklı fakültelerde öğrenim gören öğrencilerin örnekleme dâhil edilmesi, boylamsal araştırma desenlerinin kullanılması ve psikolojik sağlamlık ile zihinsel sağlığı etkileyebilecek sosyal destek, akademik stres ve yaşam doyumu gibi değişkenlerin ele alınması önerilmektedir.

KAYNAKÇA

1. *Akça, C. (2023). Psikolojik sağlamlık ve zihinsel sağlık ilişkisi: Yapısal eşitlik modeli uygulaması.* Sosyal Bilimlerde Nicel Araştırmalar Dergisi, 3*(1), 77–89.*
2. *Doğan, T. (2015). Kısa psikolojik sağlamlık ölçeğinin Türkçeye uyarlanması.* The Journal of Happiness & Well-Being, 3*(1), 93–102.*
3. *Dong, Q., Yang, B., & Ollendick, T. H. (1994). Fears in Chinese children and adolescents.* Journal of Child Psychology and Psychiatry, 35*(2), 351–363.*
4. *Elmas, L., Yüceant, M., Ünlü, H., & Bahadır, Z. (2021). Fiziksel aktivite ile psikolojik iyi oluş arasındaki ilişki.* Sportive, 4*(1), 1–17.*
5. *Hart, P. L., Brannan, J. D., & De Chesnay, M. (2014). Resilience in nurses: An integrative review.* Journal of Nursing Management, 22*(6), 720–734.*
6. *Karasar, N. (2007).* Bilimsel araştırma yöntemi. *Nobel Yayınları.*
7. *Lukat, J., Margraf, J., Lutz, R., van der Veld, W. M., & Becker, E. S. (2016). Psychometric Properties of the Positive Mental Health Scale (PMH-scale). BMC Psychology, 4, 8*

8. *Masten, A. S. (2001). Ordinary magic: Resilience processes in development.* American Psychologist, 56*(3), 227–238.*
9. *Rutter, M. (2006). Implications of resilience concepts.* Resilience in Children, 9*(4), 1–12.*
10. *Smith, B. W., Dalen, J., Wiggins, K., Tooley, E., Christopher, P., & Bernard, J. (2008). The Brief Resilience Scale: Assessing The Ability to Bounce Back.International Journalof Behavioral Medicine,15(3), 194–200*
11. *Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). Using multivariate statistics (6th ed.), Boston: Allyn and Bacon.*
12. *World Health Organization. (2005).* Promoting mental health: Concepts, emerging evidence, practice. *WHO.*
13. *Yılmaz Akbaba, A. & Eldeleklioğlu, J. (2019). Adaptation of Positive Mental Health Scale into Turkish: A Validity and Reliability Study. Journal of Family Counseling and Education, 4(1), 44-54. DOI: 10.32568/jfce.569976*

PİLATES YAPAN KADINLARIN FİZİKSEL AKTİVİTE DÜZEYLERİ İLE SAĞLIKLI BESLENME TUTUMLARININ İNCELENMESİ

Mustafa Soner YÜCE
İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, İstanbul, TÜRKİYE
ORCID: 0000-0001-7896-6073
Kenan KOÇ
Erciyes Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Kayseri, TÜRKİYE
ORCID: 0000-0002-1459-2655
Bayram KARAKUŞ
Erciyes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü/ Kayseri, TÜRKİYE
ORCID: 0000-0002-1732-121X

ÖZET

Bu araştırma, pilates yapan kadınların fiziksel aktivite düzeyleri ile sağlıklı beslenmeye ilişkin tutumları arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamaktadır. Araştırma, betimsel ve ilişkisel tarama modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma grubunu, düzenli olarak pilates yapan 18 yaş ve üzeri 269 kadın oluşturmaktadır. Veri toplama araçları olarak demografik bilgi formu, Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi Kısa Formu (IPAQ) ve Sağlıklı Beslenmeye İlişkin Tutum Ölçeği (SBİTÖ) kullanılmıştır. Bulgular, katılımcıların %51,7'sinin yeterli, %28,3'ünün düşük aktif, %20,1'inin ise inaktif düzeyde fiziksel aktiviteye sahip olduğunu göstermektedir. Sağlıklı beslenmeye ilişkin tutum puanlarının ortalaması 77,7±11,0 olarak belirlenmiş ve katılımcıların genel olarak orta-üzeri düzeyde bir tutuma sahip oldukları görülmüştür. Araştırmanın temel bulgusu, fiziksel aktivite düzeyi ile sağlıklı beslenme tutumu arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin tespit edilmemesidir ($p>0,05$). Sonuç olarak, pilates yapan kadınların yarısından fazlasının yeterli fiziksel aktivite düzeyine sahip olduğu ve sağlıklı beslenmeye ilişkin tutumlarının genel olarak olumlu olduğu, ancak bu iki değişken arasında anlamlı bir ilişkinin bulunmadığı belirlenmiştir. Bu bağlamda, kadınların sağlıklı yaşam biçimlerini benimsemeleri için pilates gibi fiziksel aktivitelerin teşvik edilmesinin yanı sıra, beslenme eğitiminin de ayrı bir bileşen olarak ele alınması gerektiği önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Pilates, Fiziksel Aktivite, Sağlıklı Beslenme

EXAMINATION OF PHYSICAL ACTIVITY LEVELS AND HEALTHY EATING ATTITUDES OF WOMEN PRACTICING PILATES

ABSTRACT

This study aims to examine the relationship between physical activity levels and attitudes toward healthy nutrition among women who practice Pilates. The research was conducted using a descriptive and correlational survey design. The study group consisted of 269 women aged

18 years and older who regularly practice Pilates. Data were collected using a demographic information form, the International Physical Activity Questionnaire–Short Form (IPAQ-SF), and the Healthy Eating Attitude Scale (HEAS). The findings indicated that 51.7% of the participants had a sufficient level of physical activity, 28.3% were low active, and 20.1% were inactive. The mean score for attitudes toward healthy nutrition was determined as 77.7±11.0, suggesting that participants generally exhibited a moderate-to-high level of healthy eating attitudes. The main finding of the study was that no statistically significant relationship was found between physical activity level and healthy eating attitude ($p>0.05$). In conclusion, it was determined that more than half of the women practicing Pilates had sufficient physical activity levels and generally positive attitudes toward healthy nutrition; however, no significant relationship was identified between these two variables. In this context, it is recommended that, in addition to promoting physical activities such as Pilates to encourage the adoption of healthy lifestyles among women, nutrition education should also be addressed as a separate and essential component.

Keywords: Pilates, Physical Activity, Healthy Eating

GİRİŞ

Çağdaş yaşam koşulları, teknolojinin hızlı gelişimi ve kentleşmeyle birlikte bireylerin fiziksel aktivite düzeylerinde belirgin bir azalma meydana getirmiştir. Uzun süreli masa başı çalışma, ekran karşısında geçirilen zamanın artması ve düzensiz beslenme alışkanlıkları, sedanter yaşam tarzının yaygınlaşmasına neden olmaktadır (Ersoy, 2013). Bu durum, bireylerin enerji alımı ile harcaması arasındaki dengenin bozulmasına ve sonuç olarak vücut yağ kütlesinde artışa yol açmaktadır. Beslenme ve fiziksel aktivite, sağlığın korunması, geliştirilmesi ve yaşam kalitesinin artırılması açısından temel iki bileşen olarak kabul edilmektedir (Günay ve ark., 2018). Modernleşme ve teknolojik gelişmelerin fiziksel aktiviteyi azaltarak düzensiz ve yanlış beslenme alışkanlıklarına zemin hazırladığı ve bu durumun birçok kronik hastalığın ortaya çıkmasında önemli risk faktörü oluşturduğu bilinmektedir (Sağlam ve ark., 2014).

Dengeli ve yeterli beslenmenin sağlanabilmesi için temel prensip, bireyin ihtiyaçları doğrultusunda farklı besin gruplarından uygun miktarlarda tüketim yapılmasıdır (Subaşı, 2019). Sağlıklı beslenme alışkanlıklarının kazanılması ve sürdürülmesi, insan sağlığı üzerinde psikolojik, fizyolojik ve sosyal açılardan olumlu etkiler yaratmaktadır. Bu alışkanlıkların geliştirilmesinde ve devam ettirilmesinde düzenli fiziksel aktivite önemli bir rol oynamaktadır.

Joseph Pilates tarafından geliştirilen Pilates egzersiz sistemi, postür bozukluklarını düzeltme, yaşam enerjisini artırma, zihinsel tazelenme sağlama, esneklik kazandırma ve kas gücünü geliştirme amaçlarıyla tasarlanmış bir egzersiz yöntemidir (Miller ve ark., 1998; Şavkın, 2014; Trew ve ark., 1997). Pilates, son yıllarda hem rehabilitasyon hem de fitness alanında önemli bir yere sahip olmuş ve her yaş grubuna uygun bir egzersiz formu olarak kabul edilmiştir (Cozen, 2000). Günümüzde Pilates, en popüler egzersiz türlerinden biri haline gelmiş ve özellikle kadınlar arasında yaygın olarak tercih edilmektedir (Bulur, 2019).

Düzenli fiziksel aktivite ile sağlıklı beslenme alışkanlıkları arasındaki ilişki, sağlık davranışları literatüründe sıklıkla tartışılan bir konu olmakla birlikte, bu iki unsurun birbirini ne ölçüde etkilediği konusunda farklı görüşler bulunmaktadır. Özellikle pilates gibi beden farkındalığını artıran egzersiz formlarının, bireylerin beslenme tutumlarını da olumlu yönde etkileyebileceği düşünülmektedir. Bu bağlamda araştırmanın amacı, pilates yapan kadınların fiziksel aktivite düzeyleri ile sağlıklı beslenmeye ilişkin tutumları arasındaki ilişkiyi incelemektir.

MATERYAL METHOT

Araştırmanın Yöntemi

Bu araştırma, betimsel tarama ve ilişkisel tarama modeline dayanmaktadır. İlişkisel tarama modeli, “iki ya da daha fazla değişken arasındaki birlikte değişim düzeyini ve yönünü belirlemeyi amaçlayan araştırma modelleri” olarak tanımlanmaktadır (Karasar, 2007).

Çalışma Grubu

Bu araştırmanın çalışma grubunu, İstanbul ilinde bulunan pilates stüdyolarında düzenli olarak pilates yapan 18 yaş ve üzeri 269 kadın oluşturmaktadır. Çalışma grubunun belirlenmesinde tesadüfi örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Katılımcıların en az altı aydır düzenli olarak pilates yapıyor olması ve araştırmaya gönüllü olarak katılmayı kabul etmesi temel kriterler olarak belirlenmiştir. Veriler, 2025 yılının Şubat-Mayıs aylarında yüz yüze anket yöntemiyle toplanmıştır.

Tablo 1. Katılımcılara Ait Tanımlayıcı Özellikler

	Değişken	N	%
Yaş	18-25	113	43,6
	26-33	82	31,7
	34-41	44	17
	42-49	14	5,4
	50 ve üzeri	6	2,3
Boy	152-162	69	26,6
	163-172	142	54,8
	173-180	35	13,5
	181-190	13	5,0
Vücut ağırlığı	40-55kg	65	25,1
	56-65kg	103	39,8
	66-77kg	56	21,6
	78-89kg	23	8,9
	90kg ve üzeri	12	4,6
Medeni durum	Evli	78	30,1
	Bekar	181	69,9
Eğitim durumu	Lise	25	9,7
	Lisans	162	62,5
	Ön lisans	46	17,8
	Yüksek lisans	23	8,9
	Doktora	3	1,2
Aylık gelir	17.000-30.000	121	46,7
	30.001-40.000	36	13,9
	40.001-50.000	37	14,3
	50.001'den fazla	65	25,1

Veri Toplama Araçları

Veri toplama aracı 3 bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde katılımcılara kişisel bilgi formu uygulanacaktır. İkinci bölümde bu çalışmanın amacına uygun olarak kadınların Sağlıklı beslenmeye ilişkin öz değerlendirmelerini ölçen Tekkurşun Demir ve Cicioğlu (2019) tarafından geliştirilen "Sağlıklı Beslenmeye İlişkin Tutum Ölçeği (SBİTÖ)" ve uygulanmıştır. Üçüncü bölümde bireylerin fiziksel aktivite düzeylerini belirlemek amacıyla Craig et al, (2003) tarafından geliştirilen Kargün ve ark., (2016) tarafından Türkçeye uyarlanan Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi Kısa Formu uygulanmıştır.

Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi Kısa Formu

Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi Kısa Formu, 15-65 yaş aralığındaki bireylerin fiziksel aktivite düzeylerini belirlemek amacıyla oluşturulmuştur. (Craig et al, 2003)

Türkiye'de anketin geçerlilik ve güvenilirlik çalışması mevcuttur ve kullanılmaktadır (Kargün ve ark., 2016) Anket kapsamında tüm fiziksel aktivitelerin değerlendirilmesinde, her bir aktivitenin tek seferde en az 10 dakika süreyle gerçekleştirilmesi temel ölçüt olarak kabul edilmektedir. Fiziksel aktivite düzeyi hesaplanırken dakika, gün ve her bir aktivite için istirahat

oksijen tüketimi katsayısı (MET değeri) çarpılarak "MET-dakika/hafta" skoru elde edilmektedir. Bu skora göre katılımcılar; inaktif (3000 MET-dk/hafta) olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Bu sınıflama, IPAQ puanlama kriterlerine göre yapılmıştır.10

Sağlıklı Beslenmeye İlişkin Tutum Ölçeği (SBİTÖ)

Bireylerin sağlıklı beslenmeye ilişkin tutumlarını tespit etmek amacıyla Tekkurşun Demir ve Cicioğlu (2019) tarafından geliştirilen 21 maddeden oluşan ölçek kullanılmıştır. Ölçek; Beslenme Hakkında Bilgi (BHB), Beslenmeye Yönelik Duygu (BYD), Olumlu Beslenme (OB) ve Kötü Beslenme (KB) adlı dört alt faktörden oluşmaktadır. 5'li likertli (1= Kesinlikle Katılmıyorum ve 5= Kesinlikle Katılıyorum) ölçeğin olumsuz maddeleri 6., 7., 8., 9., 10., 11., 17., 18., 19., 20. ve 21'dir ve analiz esnasında ters puanlama yapılmaktadır. SBİTÖ'den alınabilecek en düşük puan 21, en yüksek puan ise 105'tir. Ölçeği orijinal formunda güvenilirlik katsayısı .87'dir. Araştırmaya katılan katılımcılardan elde edilen veriler doğrultusunda ise SBİTÖ'nün güvenirlik katsayısı .81 olarak bulunmuştur.

İstatistiksel Analiz

Araştırmadan elde edilen veriler SPSS 25.0 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Katılımcılara ait demografik bilgiler ile ölçek puanları için frekans ve yüzde değerleri hesaplanmıştır. Verilerin dağılımı çarpıklık ve basıklık değerleriyle incelenmiş; değerlerin ±1,5 aralığında bulunması nedeniyle verilerin normal dağılım gösterdiği kabul edilmiştir (Tabachnick ve Fidell, 2013). Bu doğrultuda analizlerde parametrik testler kullanılmıştır. Ölçekler arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla Pearson korelasyon analizi kullanılmıştır. Araştırmada anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak kabul edilmiştir.

BULGULAR

Tablo 2. Katılımcıların Fiziksel Aktivite Düzeyi

Fiziksel Aktivite Düzeyi	n	%
İnaktif (<600 MET)	54	20,1
Düşük Aktif (600- 3000 MET)	76	28,3
Yeterli (>3000 MET)	139	51,7

Tablo 2. Katılımcıların fiziksel aktivite düzeylerine göre dağılımı incelendiğinde, katılımcıların %20,1'inin inaktif düzeyde (<600 MET), %28,3'ünün düşük aktif düzeyde (600–3000 MET) ve %51,7'sinin yeterli fiziksel aktivite düzeyinde (>3000 MET) yer aldığı görülmektedir.

Tablo 3. Katılımcıların Sağlıklı Beslenmeye İlişkin Tutum Düzeylerinin Betimsel Analizi

Ölçek	n	Min.	Mak.	Ortalama	Standart Sapma
Sağlıklı Beslenmeye İlişkin Tutum	269	45.00	101.00	77,7	11,0

Tablo 3'te sağlıklı beslenmeye ilişkin tutum ölçeğine ait tanımlayıcı istatistikler yer almaktadır. Buna göre katılımcıların ölçekten aldıkları puanların 45,00 ile 101,00 arasında değiştiği, aritmetik ortalamanın 77,7 ve standart sapmanın 11,0 olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar, örneklemin sağlıklı beslenmeye ilişkin tutum düzeyinin genel olarak orta ve üzeri bir düzeyde seyrettiğini göstermektedir.

Tablo 4. Fiziksel Aktivite Düzeyleri ve Sağlıklı Beslenmeye Yönelik Tutumları Arasındaki İlişki

Alt Boyutlar		İnaktif (<600 MET)	Düşük Aktif (600- 3000 MET)	Yeterli (>3000 MET)
Sağlıklı Beslenmeye İlişkin Tutum	r	-.027	.316	.134
	P	.864	.785	.076

Tablo 4'te fiziksel aktivite düzeylerine göre sağlıklı beslenmeye ilişkin tutum ile ilişki sonuçları incelendiğinde, inaktif (<600 MET), düşük aktif (600–3000 MET) ve yeterli (>3000 MET) gruplarda korelasyon katsayılarının düşük düzeyde olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir (p>0,05). Bu bulgu, fiziksel aktivite düzeyi alt gruplarında sağlıklı beslenmeye ilişkin tutum ile anlamlı bir ilişkinin bulunmadığını göstermektedir.

SONUÇ

Bu araştırma, pilates yapan kadınların fiziksel aktivite düzeyleri ile sağlıklı beslenmeye ilişkin tutumları arasındaki ilişkiyi incelemeyi amaçlamıştır. Elde edilen bulgular, katılımcıların yarısından fazlasının (%51,7) yeterli düzeyde fiziksel aktiviteye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Pilates yapan kadınlar arasında bu oranın görece yüksek olması, pilatesin düzenli bir egzersiz formu olarak fiziksel aktivite düzeyine katkı sağladığını göstermektedir. Bununla birlikte, katılımcıların %20,1'inin inaktif düzeyde ve %28,3'ünün düşük aktif düzeyde yer alması, pilates dışında günlük yaşamlarında yeterli fiziksel aktiviteye sahip olmayan bir grubun varlığına işaret etmektedir. Bu durum, pilates seanslarının dışında sedanter bir yaşam tarzı sürdürülebileceğini düşündürmektedir.

Sağlıklı beslenmeye ilişkin tutum düzeyi incelendiğinde, pilates yapan kadınların genel olarak orta ve üzeri düzeyde bir tutum sergiledikleri belirlenmiştir. Ölçekten alınan ortalama puanın (77,7 ± 11,0) orta düzeyin üzerinde olması, bu grubun sağlıklı beslenme konusunda bilinçli bir yaklaşıma sahip olduğunu göstermektedir. Minimum ve maksimum puanlar arasındaki geniş

dağılım (45,00-101,00) ise pilates yapan kadınlar arasında bile beslenmeye yönelik tutumların homojen olmadığını ve bireysel farklılıkların önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Araştırmanın temel bulgusu, fiziksel aktivite düzeyi ile sağlıklı beslenmeye ilişkin tutum arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin bulunmamasıdır. İnaktif, düşük aktif ve yeterli fiziksel aktivite düzeyine sahip grupların hiçbirinde sağlıklı beslenmeye yönelik tutum ile anlamlı bir korelasyon tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Bu sonuç, pilates yapan kadınlar özelinde değerlendirildiğinde, düzenli pilates yapmanın veya genel fiziksel aktivite düzeyinin yüksek olmasının doğrudan sağlıklı beslenme tutumunu etkilemediğini göstermektedir. Pilates gibi beden farkındalığını artıran bir egzersiz formunun sağlıklı beslenme tutumunu da olumlu yönde etkileyeceği öngörüsü bu örneklem için doğrulanmamıştır.

Sonuç olarak, bu araştırma pilates yapan kadınlar arasında fiziksel aktivite düzeyi ile sağlıklı beslenme tutumunun birbirinden bağımsız olduğunu ortaya koymuştur. Gelecek çalışmalarda, pilates yapan kadınlarda bu iki sağlık davranışını etkileyen faktörlerin ayrı ayrı incelenmesi ve bu gruba özgü müdahale programlarının geliştirilmesi önerilmektedir. Özellikle pilates eğitmenlerinin beslenme konusunda farkındalık oluşturma rolleri ve pilates ile beslenme eğitiminin entegre edildiği programların etkililiği gelecek araştırmalarda ele alınabilir.

KAYNAKÇA

1. Bulur, B. (2019). (Kaynak listende Bulur 2019 yer almakta; makalede pilatesin popülerliği bağlamında kullanılmıştır.)
2. Cozen, D. M. (2000). Use of pilates in foot and ankle rehabilitation. Sports Medicine and Arthroscopy Review, 8(4), 395–403.
3. Craig CL, Marshall AL, Sjöström M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE, et al. International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. Med Sci Sports Exerc. 2003;35(8):1381-95.
4. Ersoy, G. (2013). Fiziksel uygunluk (fitness) spor ve beslenme ile ilgili temel öğretiler. Ankara: Ata Ofset Matbaacılık.
5. Günay, M., Şıktar, E., Şıktar, E., & Baltacı, A. K. (2018). Egzersiz ve kalp. Ankara: Gazi Kitapevi.
6. Karasar, N. (2007). Bilimsel araştırma yöntemleri (17. baskı). Ankara: Nobel Yayıncılık.
7. Kargün M, Togo OT, Biner M, Pala A. Üniversite Öğrencilerinin Fiziksel Aktivite Düzeylerinin İncelenmesi. Marmara Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi. 2016;1(1):61-72. https://doi.org/10.22396/sbd.2016.6
8. Pilates, J. H., & Miller, W. J. (1998). Pilates' return to life through contrology. USA: Presentation Dynamics.
9. Sağlam, M., İnce, D., Yağlı, N., Arıkan, H., Kütükçü, E., Karakaya, G., & Kalyoncu, F. (2014). Erişkin astımlı bireylerde fiziksel aktivite düzeyi ve etkileyen faktörlerin belirlenmesi. Spor Bilimleri Dergisi, 25(3), 132–141.
10. Subaşı, Z. (2019). Özel bir kurumda çalışan bireylere verilen beslenme eğitiminin bireylerin sağlıklı beslenmeye ilişkin algı ve tutumlarına etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
11. Şavkın, R. (2014). Pilates eğitiminin vücut kompozisyonuna etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. YÖK Ulusal Tez Merkezi.

12. Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2013). Using multivariate statistics (6th ed.), Boston: Allyn and Bacon.
13. Tekkurşun Demir, G., & Cicioğlu, H. İ. (2019). Sağlıklı beslenmeye ilişkin tutum ölçeği (SBİTÖ): Geçerlik ve güvenirlik çalışması. Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi, 4(2), 256–274.
14. Trew, M., & Everett, T. (1997). Evaluating and measuring human movement. Edinburgh: Churchill Livingstone.

SAĞLIK BİLİMİ FAKÜLTESİ ÖĞRENCİLERİNDE SAĞLIK OKURYAZARLIĞI VE AĞRIYLA BAŞ ETME İLİŞKİSİ

Fzt.Aslınur ATALAY
Karabük University, Graduate School of Education Karabük/Turkey
ORCID: 0009-0000-0187-4293
Dr. Öğr. Üyesi Tuba ZOROĞLU
Karabük University, Faculty of Health Sciences, Department of Physical Therapy and Rehabilitatio Ka
ORCID: 0000-0003-1267-8882

ÖZET

Sağlık okuryazarlığı; bireylerin sağlıkla ilgili bilgilere ulaşma, anlama, değerlendirme ve günlük yaşamlarında kullanabilme becerisi olarak tanımlanmaktadır. Sağlık okuryazarlığının yetersiz olması; hatalı sağlık davranışlarının benimsenmesi, öz bakım uygulamalarının yetersizliği ve sağlık hizmetlerinden etkin biçimde yararlanılamaması gibi olumsuz sonuçlara yol açabilmektedir. Ağrı ise yalnızca fiziksel bir duyum olmayıp bireyin psikolojik durumu ve sosyal yaşamını da etkileyen çok boyutlu bir deneyimdir. Bu nedenle ağrıyla baş etme sürecinde kullanılan stratejiler, ağrının algılanması ve yönetilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bu araştırma sağlık bölümünde öğrenim gören üniversite öğrencilerinin sağlık okuryazarlığı düzeylerini, ağrıyla baş etme stratejilerini ve bu iki değişken arasındaki ilişkiyi incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Tanımlayıcı ve kesitsel nitelikte olan çalışmaya, sağlık alanında öğrenim gören ve gönüllü olarak katılan toplam 152 üniversite öğrencisi dahil edilmiştir. Katılımcıların büyük çoğunluğunu kadın öğrenciler oluşturmuştur. Veriler, Sağlık Okuryazarlığı Ölçeği ve Ağrıyla Baş Etme Envanteri kullanılarak toplanmış; elde edilen veriler istatistiksel analiz programı aracılığıyla değerlendirilmiştir. Değişkenler arasındaki ilişkiler Spearman korelasyon analizi ile incelenmiştir. Araştırma bulguları, sağlık okuryazarlığı ile pasif ve olumsuz ağrıyla baş etme stratejileri arasında negatif ve istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler olduğunu göstermiştir ($p<0,05$). Özellikle endişe ve geri çekilme gibi pasif baş etme alt boyutları ile sağlık okuryazarlığı arasında daha güçlü ilişkiler saptanmıştır. Buna karşılık, rahatlatıcı düşünme alt boyutu ile sağlık okuryazarlığı arasında anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Ayrıca sağlık okuryazarlığı düzeyi yüksek olan öğrencilerin aktif baş etme yöntemlerini daha sık kullandıkları belirlenmiştir. Sonuç olarak, sağlık okuryazarlığı düzeyinin artmasının öğrencilerin ağrıyı daha etkili biçimde yönetmeleriyle ilişkili olduğu görülmektedir. Bu bulgular doğrultusunda, sağlık alanında eğitim gören üniversite öğrencilerine yönelik sağlık okuryazarlığını ve ağrıyla baş etme becerilerini geliştirmeye odaklanan eğitim programlarının planlanması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sağlık okuryazarlığı, ağrı, ağrıyla baş etme, üniversite öğrencileri, sağlık bölümü

THE RELATIONSHIP BETWEEN HEALTH LITERACY AND PAIN MANAGEMENT IN STUDENTS OF THE FACULTY OF HEALTH SCIENCES

ABSTRACT

Health literacy is defined as the ability of individuals to access, understand, evaluate, and use health related information in daily life. Inadequate health literacy may lead to the adoption of incorrect health behaviors, insufficient self care practices, and ineffective use of health services. Pain is not only a physical sensation but also a multidimensional experience that affects psychological states and social lives. Therefore, the strategies used in coping with pain play an important role in the perception and management of pain. This study was conducted to examine the health literacy levels of university students studying in health departments, their pain coping strategies, and the relationship between these two variables. This descriptive and cross sectional study included a total of 152 volunteer university students enrolled in health related departments. The majority of the participants were female students. Data were collected using the Health Literacy Scale and the Pain Coping Inventory, and the obtained data were analyzed using a statistical analysis program. The relationships between variables were examined using Spearman correlation analysis. The findings showed negative and statistically significant relationships between health literacy and passive and maladaptive pain coping strategies ($p<0.05$). Stronger associations were identified particularly between health literacy and passive coping subdimensions such as anxiety and withdrawal. In contrast, no significant relationship was found between health literacy and the subdimension of comforting thoughts. In addition, students with higher health literacy levels were found to use active coping strategies more frequently. In conclusion, higher health literacy levels are associated with more effective pain management among university students. Based on these findings, it is recommended to plan educational programs aimed at improving health literacy and pain coping skills for university students studying in health related fields.

Keywords: Health literacy, pain, pain coping strategies, university students, health sciences

1. GİRİŞ

Sağlık okuryazarlığı; bireylerin sağlıkla ilişkili bilgilere erişebilme, bu bilgileri doğru şekilde anlayabilme, değerlendirebilme ve günlük yaşamlarında etkili biçimde kullanabilme yetkinliğini ifade eden önemli bir kavramdır. Nutbeam (2000), sağlık okuryazarlığını bireylerin sağlıklarını geliştirmelerine olanak sağlayan bilgi ve becerileri edinmelerini amaçlayan temel bir halk sağlığı hedefi olarak tanımlamıştır. Bu kavram yalnızca temel okuma ve yazma becerileriyle sınırlı olmayıp, bireylerin bilişsel ve sosyal yeterliliklerini de kapsayan çok

boyutlu bir yapı olarak ele alınmaktadır (Sørensen et al., 2012). Sağlık okuryazarlığı düzeyinin düşük olması; bireylerin sağlıkla ilgili bilgileri yanlış yorumlamalarına, sağlıksız davranışları benimsemelerine ve öz bakım uygulamalarını yeterli düzeyde sürdürememelerine neden olabilmektedir (Nutbeam, 2000). Bunun yanı sıra yetersiz sağlık okuryazarlığına sahip bireylerin sağlık hizmetlerine erişim ve bu hizmetlerden yararlanma süreçlerinde zorluklar yaşadığı, bu durumun da sağlık sonuçlarını olumsuz yönde etkilediği bildirilmektedir (Sørensen et al., 2012). Üniversite öğrencileri, özellikle sağlık alanında eğitim alan bireyler, mezuniyet sonrasında sağlık hizmeti sunacak olmaları nedeniyle toplum sağlığının korunması ve geliştirilmesinde önemli bir konuma sahiptir. Bu bireylerin sağlık okuryazarlığı düzeylerinin yüksek olması hem kendi sağlık davranışlarını doğru biçimde yönetebilmeleri hem de meslek yaşamlarında hizmet verdikleri bireylere doğru, güvenilir ve anlaşılır sağlık bilgisi sunabilmeleri açısından büyük önem taşımaktadır (Ertem & Güzel, 2021). Ağrı, yalnızca fizyolojik bir duyum olmanın ötesinde bireyin duygusal durumu, bilişsel süreçleri ve sosyal yaşamı üzerinde etkileri bulunan çok boyutlu bir deneyim olarak ele alınmaktadır. Uluslararası Ağrı Araştırmaları Derneği (IASP) ağrıyı gerçek ya da potansiyel doku hasarı ile ilişkili, hoş olmayan duyusal ve duygusal bir deneyim şeklinde tanımlamaktadır (Raja et al., 2020). Bu tanım, ağrının yalnızca biyolojik bir olgu olmadığını aynı zamanda psikolojik ve sosyal bileşenleri de içeren karmaşık bir yapı olduğunu vurgulamaktadır. Ağrıyla baş etme stratejileri, bireylerin ağrıya karşı geliştirdikleri bilişsel ve davranışsal tepkileri ifade etmektedir. Literatürde bu stratejiler genellikle aktif ve pasif olmak üzere iki ana başlık altında incelenmektedir. Aktif baş etme stratejileri; egzersiz yapma, problem çözme becerilerini kullanma, dikkati başka yöne yönlendirme ve olumlu bilişsel yeniden yapılandırma gibi yöntemleri kapsarken, pasif baş etme stratejileri kaçınma davranışları, aşırı dinlenme, yoğun endişe ve çaresizlik duygularını içermektedir (Turk & Gatchel, 2002). Yapılan araştırmalar, aktif baş etme stratejilerinin ağrının kontrol altına alınmasında daha etkili olduğunu ve bireylerin fonksiyonel düzeylerini olumlu yönde etkilediğini göstermektedir (Turk & Gatchel, 2002).

Bu doğrultuda; sağlık okuryazarlığı ile ağrıyla baş etme stratejileri arasındaki ilişkinin incelenmesi, üniversite öğrencilerinin sağlık davranışlarının ve ağrı yönetimine yönelik becerilerinin daha iyi anlaşılması açısından önem taşımaktadır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı; sağlık bölümünde öğrenim gören üniversite öğrencilerinin sağlık okuryazarlığı düzeylerini belirlemek, ağrıyla baş etme stratejilerini değerlendirmek ve bu iki değişken arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktır. Araştırma, sağlık okuryazarlığının ağrı yönetiminde önemli bir belirleyici olduğu varsayımına dayanmaktadır.

2.2. Yöntem

Araştırma, tanımlayıcı ve kesitsel araştırma modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya sağlık bölümünde öğrenim gören ve araştırmaya gönüllü olarak katılan üniversite öğrencileri dahil edilmiştir. Veri toplama sürecinde katılımcılara Sağlık Okuryazarlığı Ölçeği ve Ağrıyla Baş Etme Envanteri uygulanmıştır. Toplanan veriler istatistiksel analiz programı kullanılarak analiz edilmiş; tanımlayıcı istatistiklerin yanı sıra değişkenler arasındaki ilişkileri incelemek amacıyla Spearman korelasyon analizi yapılmıştır.

2.3. Bulgular

Araştırmaya toplam 152 üniversite öğrencisi katılmıştır. Katılımcıların 130'u (%85,5) kadın, 22'si (%14,5) erkektir. Bölümlere göre dağılım incelendiğinde öğrencilerin %39,5'inin fizik tedavi ve rehabilitasyon, %18,4'ünün hemşirelik, %23,0'ının ebelik ve %19,1'inin çocuk gelişimi bölümünde öğrenim gördüğü belirlenmiştir. Sağlık okuryazarlığı ile ağrıyla baş etme stratejileri arasındaki ilişki Spearman korelasyon analizi ile incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre sağlık okuryazarlığı ile pasif ve olumsuz baş etme stratejileri olan endişe, geri çekilme, dinlenme ve uzaklaşma arasında negatif ve istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler saptanmıştır ($p<0,05$). Korelasyon katsayıları incelendiğinde, sağlık okuryazarlığı ile endişe ($r=-0,343$) ve geri çekilme ($r=-0,335$) alt boyutları arasında orta düzeyde negatif ilişkiler olduğu görülmüştür. Dinlenme ($r=-0,213$), uzaklaşma ($r=-0,199$) ve ağrıyı dönüştürme ($r=-0,170$) alt boyutları ile sağlık okuryazarlığı arasında ise zayıf düzeyde negatif ilişkiler belirlenmiştir.

Rahatlatıcı düşünme alt boyutu ile sağlık okuryazarlığı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmamıştır ($p>0,05$). Elde edilen bulgular, sağlık okuryazarlığı düzeyi arttıkça öğrencilerin pasif ve olumsuz ağrıyla baş etme stratejilerini daha az kullandığını göstermektedir.

Tablo 1. Sağlık okuryazarlığı ile ağrıyla baş etme stratejileri arasındaki ilişki

Ağrıyla baş etme boyutları	**r**	**P**
Uzaklaşma	-0,199	0,014
Ağrıyı dönüştürme	- 0,170	0,037
Rahatlatıcı düşünme	0,011	0,896
Endişe	- 0,343	< 0,001
Dinlenme	- 0,213	0,008
Geri çekilme	- 0,335	< 0,001

r: Spearman korelasyon katsayısı, p<0,05 istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

3. SONUÇLAR

Bu çalışmada, sağlık bölümünde öğrenim gören üniversite öğrencilerinin sağlık okuryazarlığı düzeyleri ile ağrıyla baş etme stratejileri arasındaki ilişki incelenmiştir. Araştırma sonucunda, sağlık okuryazarlığı ile pasif ve olumsuz ağrıyla baş etme stratejileri arasında negatif yönde anlamlı ilişkiler olduğu belirlenmiştir. Sağlık okuryazarlığı düzeyi yüksek olan öğrencilerin, ağrıyı daha etkili biçimde yönettikleri ve pasif baş etme yöntemlerini daha az kullandıkları saptanmıştır. Elde edilen sonuçlar, sağlık okuryazarlığının üniversite öğrencilerinde ağrıyla baş etme becerileri üzerinde etkili bir değişken olduğunu ve sağlık okuryazarlığı düzeyinin artırılmasının ağrı yönetimi açısından önemli bir kazanım olabileceğini göstermektedir.

KAYNAKÇA

Nutbeam, D. (2000). Health literacy as a public health goal: A challenge for contemporary health education and communication strategies into the 21st century. Health Promotion International, 15(3), 259–267.

Sørensen, K., Van den Broucke, S., Fullam, J., Doyle, G., Pelikan, J., Slonska, Z., & Brand, H. (2012). Health literacy and public health: A systematic review and integration of definitions and models. BMC Public Health, 12, 80.

Turk, D. C., & Gatchel, R. J. (2002). Psychological approaches to pain management: A practitioner's handbook. New York: Guilford Press.

Ertem, A. A., & Güzel, A. (2021). Üniversite öğrencilerinde sağlık okuryazarlığı düzeyinin incelenmesi. Türkiye Sağlık Bilimleri Dergisi, 6(2), 145–152.

Raja, S. N., Carr, D. B., Cohen, M., Finnerup, N. B., Flor, H., Gibson, S., et al. (2020). The revised International Association for the Study of Pain definition of pain. Pain, 161(9), 1976–1982.

FİZİK TEDAVİ VE REHABİLİTASYON SÜRECİNDE ETKİLİ İLETİŞİMİN ROLÜ VE DİJİTAL UYGULAMA TASARIMI: E-FTR

Melisa Nur YABAN
Karabuk University, Faculty of Health Science, Department of Physiotherapy and Rehabilitation
ORCID: 0009-0006-0431-4666
Betül Kuzubaş
Karabuk University, Faculty of Health Science, Department of Physiotherapy and Rehabilitation
ORCID: 0009-0008-8095-3886
Emre KÜÇÜKGÖÇER
Sivas Cumhuriyet University, Computer Engineering, Sivas
ORCID:0009-0001-9395-0317
Mehmet Emre TEK
Sivas Cumhuriyet University, Computer Engineering, Sivas
ORCID: 0009-0007-6363-9302
Suzan ONUR
Karabuk University, Faculty of Health Science, Department of Physiotherapy and Rehabilitation
ORCID:0000-0001-8145-6090

ÖZET

Fizik tedavi ve rehabilitasyon, sistematik değerlendirme ve uzun dönemli takip yoluyla bireylerin fonksiyonel bağımsızlığını ve yaşam kalitesini artırmayı amaçlamaktadır. Egzersiz programlarının etkinliği büyük ölçüde hastaların egzersizlere uyumuna ve verilen egzersizleri doğru şekilde uygulamalarına bağlıdır. Ancak evde uygulanan egzersizlerin izlenmesi ve klinik seanslar dışında sürekli geri bildirim sağlanması önemli zorluklar oluşturmaktadır. Bu çalışma, fizyoterapistler ile hastalar arasında etkili iletişimi desteklemek ve bireyselleştirilmiş rehabilitasyon programlarına uyumu artırmak amacıyla dijital bir çevrim içi takip uygulaması tasarlamayı hedeflemiştir. Proje kapsamında literatür taraması, uzman görüşmeleri yoluyla veri toplama ve uygulama tasarım süreçleri yürütülmüştür. Önerilen dijital modelin, hasta katılımını, bakım sürekliliğini ve sistematik geri bildirim mekanizmalarını geliştirerek sürdürülebilir rehabilitasyon uygulamalarına katkı sağlaması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Fizik tedavi, rehabilitasyon, dijital sağlık, hasta takibi, etkili iletişim.

THE ROLE OF EFFECTİVE COMMUNICATION IN THE PHYSICAL THERAPY AND REHABILITATION PROCESS AND DIGITAL APPLICATION DESIGN:-FTR

ABSTRACT

Physical therapy and rehabilitation aim to improve individuals' functional independence and quality of life through systematic assessment and long-term follow-up. The effectiveness of exercise programs largely depends on patients' adherence and correct implementation of prescribed exercises. However, monitoring home-based exercises and providing continuous feedback outside clinical sessions remain challenging. This study aimed to design a digital online follow-up application to support effective communication between physiotherapists and patients and to enhance adherence to individualized rehabilitation programs. Within the scope of the project, literature review, data collection through professional interviews, and application design processes were conducted. The proposed digital model is expected to contribute to sustainable rehabilitation practices by improving patient engagement, continuity of care, and systematic feedback mechanisms.

Keywords: Physical therapy, rehabilitation, digital health, patient follow-up, effective communication

SÜT YAĞI GLOBÜL ZARININ ÖZELLİKLERİ VE BESLENMEDEKİ ÖNEMİ

Dr. Öğr. Üyesi Yusuf ÇAKIR
Bingöl University, Department of Food Processing, 12000, Bingöl
ORCID ID: 0000-0002-3789-3039
Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI
Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering, 25240 Erzurum,
ORCID ID: 0000-0003-0334-5621

ÖZET

Süt; laktoz, süt proteinleri, süt lipidi, vitaminler, mineraller ve çok sayıda önemli minör bileşenden oluşan zengin bileşimi sayesinde başta bebekler olmak üzere hayati öneme sahip kompleks bir sıvıdır/gıdadır. Süt yağının yaklaşık %87'si yapısal olarak süt yağı globülleri (SYG) içinde bulunur ve bu da bebek gelişimi için gerekli kalori alımının %50-60'ını sağlar. Son yıllarda, özellikle süt yağ globül zarının (SYGZ) bileşimi ve özellikleri üzerine araştırmalar artmış ve özellikleri de önemli ölçüde belirlenmiştir. SYGZ çok karmaşık bir yapıya sahip olup belirli teknolojik ve besleyici özelliklere sahip farklı protein, lipid ve diğer bazı bileşenlerden oluşmaktadır. Süt yağı globüllerini (SYG) çevreleyen zar, ağırlıklı olarak fosfolipitler, kolesterol ve zara özgü proteinlerden oluşur. Bu zar kalori açısından zengin olmasının ötesinde, laktoferrin, lizozim ve immünoglobulinler gibi zar bileşenleri aracılığıyla biyolojik olarak aktif işlevselliğe sahiptir. Son araştırmalar, bu bileşenlerin besin biyoyararlanımını artırdığını, bağışıklık gelişimini uyardığını ve yenidoğan bebeklerde gastrointestinal sistemin gelişimini desteklediğini rapor etmektedir. Bu nedenle, SYGZ bileşenleri yeni gıda ürünlerine dahil edilmek için değerli bileşenler olarak ayrılmış ve karakterize edilmiştir. SYG'leri, kadın sütü, inek sütü, keçi sütü, deve sütü ve diğer memeli sütlerinde yaygın olarak bulunmaktadır. Ancak SYG boyutlarında, bileşimlerinde ve yapıları arasında homojenlik olmayıp bu da besin değeri ve fizyolojik olarak fonksiyonel farklılıklara neden olmaktadır. SYG'lerinin kapsamlı olarak anlaşılması, süt üretimini optimize etmek, fonksiyonel süt ürünleri geliştirmek ve özellikle bebek beslenmesindeki rollerini aydınlatmak için gereklidir. İnsan sütü, bebek gelişimi için en uygun besin kaynağı olmaya devam etmekle birlikte yetersiz emzirme veya diğer nedenlerle bu mümkün olmadığında bebek formülü geliştirmek için çoğunlukla sığır, keçi veya deve sütü türevlerini, dolayısıyla süt bileşenleri ve özellikle SYGZ'nın fonksiyonel özelliklerinden yararlanma mümkün olabilir. Bu çalışmada, süt yağı globülünün yapısı, kompozisyonu ve süt yağı globül zarının beslenmedeki önemi hakkında detaylı bilgi verilecek böylece tüketicilerin bilinçlendirilmesi ve konuyla ilgili araştırmalara ilgi çekmeye katkı sağlanabilecektir.

Anahtar kelimeler: Süt, süt yağı globülü zarı, fonksiyonel özellik, beslenme

PROPERTIES AND NUTRITIONAL IMPORTANCE OF MILK FAT GLOBULE MEMBRANE

ABSTRACT

Milk is a complex fluid/food of vital importance, especially for infants, thanks to its rich composition of lactose, milk proteins, milk lipids, vitamins, minerals, and numerous important minor components. Approximately 87% of milk fat is structurally found within milk fat globules (MFGs), which provide 50-60% of the calorie intake necessary for infant development. In recent years, research has increased, particularly on the composition and properties of the milk fat globule membrane (MFGM), and its characteristics have been significantly defined. MFGM has a very complex structure, consisting of different proteins, lipids, and other components with specific technological and nutritional properties. The membrane surrounding the milk fat globules (MFGs) is composed mainly of phospholipids, cholesterol, and membrane-specific proteins. Beyond being rich in calories, this membrane possesses biologically active functionality through membrane components such as lactoferrin, lysozyme, and immunoglobulins. Recent studies report that these components enhance nutrient bioavailability, stimulate immune development, and support the development of the gastrointestinal system in newborn infants. Therefore, MFGM components have been identified and characterized as valuable ingredients for inclusion in novel food products. MFGs are commonly found in breast milk, cow's milk, goat's milk, camel's milk, and other mammalian milks. However, there is no homogeneity in the size, composition, and structure of MFGs, leading to differences in nutritional value and physiological function. A comprehensive understanding of MFGs is essential for optimizing milk production, developing functional dairy products, and especially elucidating their roles in infant nutrition. While human milk remains the most suitable source of nutrition for infant development, when this is not possible due to insufficient breastfeeding or other reasons, it may be possible to utilize the functional properties of milk components, and particularly MFGMs, by developing infant formula, often derived from bovine, goat's, or camel milk. This study will provide detailed information on the structure and composition of milk fat globules and the nutritional importance of the milk fat globule membrane, thereby contributing to consumer awareness and attracting interest in related research.

Keywords: Milk, milk fat globule membrane, functional properties, nutrition

GİRİŞ

Süt, proteinler, lipitler, laktoz, vitaminler, mineraller vb. oluşan çeşitli bileşimi sayesinde yenidoğanlar için kritik besin maddelerini doğal olarak sağlayan karmaşık bir biyolojik sıvıdır

(Xu et al. 2024). Triaçilgliserol (TAG) açısından zengin bir çekirdeğin üç katmanlı bir zarla çevrilmesiyle karakterize edilen süt yağı globülleri (SYG), sütte baskın lipit fraksiyonudur (Jones et al. 2025). Süt yağı globül zarı (SYGZ), ağırlıklı olarak fosfolipitler, kolesterol ve zarla ilişkili proteinlerden oluşur (Li et al. 2025). SYG'ler yükrek kalori sağlamanın ötesinde, laktoferrin, lizozim ve immünoglobulinler gibi zar bileşenleri aracılığıyla biyolojik olarak aktif bir işlevselliğe sahiptir. Son araştırmalar, bu bileşenlerin besin biyoyararlanımını artırdığını, bağışıklık sisteminin gelişimini uyardığını ve yenidoğanlarda gastrointestinal sistemi geliştirdiğini göstermektedir (Ames et al. 2023; Yang et al. 2025).

SYG'ler, insan sütü, sığır sütü, keçi sütü ve deve sütü ve diğer memeli sütlerinde de yaygın olarak bulunur. En önemlisi; SYG boyutlarında, bileşim profillerinde ve yapılarında türler arası heterojenlik, besin değeri ve fizyolojik etkideki fonksiyonel farklılıklar vardır. Örneğin; insan süt yağ globülleri (1–5 µm), sığır süt yağ globüllerine (1–10 µm) göre daha düşük polidispersite sergilediğinden bebeklerde sindirilebilirliği ve bağırsak emilim verimliliği daha fazladır. (Massouras et al. 2023). Ayrıca, sığır süt yağı globüllerinin boyutları daha büyük ve daha yüksek doymuş yağ asidi içerikleri nedeniyle daha fazla sindirimi zordur; bunun da bağışıklığı etkilediği ve mikrobiyota dengesini potansiyel olarak tehlikeye atabileceği belirtilmektedir (Yao et al. 2021).

İnsan sütü, bebek gelişimi için en uygun besin kaynağı olmaya devam etmektedir ve Dünya Sağlık Örgütü, ilk 6 ay boyunca sadece anne sütüyle beslenmeyi, ardından 12 aya kadar anne sütüyle beslenmeye devam edilerek tamamlayıcı beslenmeyi savunmaktadır (Csölle et al. 2022); ancak, yetersiz emzirme veya annenin sağlık sorunları durumunda, bebek formülü kullanımını gerekmektedir. Mevcut ticari bebek formülleri, insan sütüne göre işlevsel farklılıklarına rağmen, ağırlıklı olarak sığır, keçi veya deve sütü türevlerini kullanmaktadır (Thomassen et al. 2024). Bebek formülü araştırmalarındaki son gelişmeler, bebeklerin gelişim ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla insan süt yağ globüllerinin yapısı ve biyolojik aktivitesini dikkate almayı ve SYG'nin yapısına odaklanmaya öncelik vermektedir (Yang et al. 2025).

Bu çalışmada, süt yağı globülünün oluşumu, yapısı, kompozisyonu, fonksiyonları ve süt yağı globülünün başta yenidoğan bebekler olmak üzere beslenmedeki önemi hakkında bilgi verilerek tüketicilerin bilinçlendirilmesi ve konuyla ilgili araştırmalara ilgi çekmeye katkı sağlanabilecektir.

SÜT YAĞI GLOBÜLLERİNİN OLUŞUMU, YAPISI VE BİLEŞİMİ

Süt yağ, SYG'leri ve özellikle bazı yağ asitleri; süt ürünlerinin kalitesini ve besin özelliklerini temelden etkilerken, gıda işleme sistemlerini ve beslenmede de sağlığı önemli derecede etkiler

(Çakmakçı ve Tahmas-Kahyaoğlu, 2012). SYG'lerinin detaylı olarak anlaşılması, süt üretimini optimize etmek, fonksiyonel süt ürünleri geliştirmek ve bebek besin metabolizmasındaki rollerini aydınlatmak için zorunludur. Oluşum mekanizmaları, doğal yapısal organizasyonu, bileşimsel unsurlar doğrudan fizikokimyasal stabiliteyi ve besinsel özelliklerini etkilemektedir (Yang et al. 2025).

SYG'lerin Oluşumu

SYG sentezi, meme alveoler epitel hücrelerinde baştan Triaçilgliserol (TAG) üretimiyle başlar. Endoplazmik retikulum tomurcuklanması yoluyla, yeni oluşan TAG kümeleri, tek katmanlı bir fosfolipid-protein matrisi ile çevrelenerek kompleks oluşumlar üç katmanlı bir zar yapısı oluşturarak olgun SYG'lere dönüşümü tamamlanır (Wooding and Kinoshita 2023). Son salgılama, meme epitel hücrelerinden ekzositoz yoluyla süte gerçekleşir (Yang et al. 2025). Esas olarak fosfolipidler, proteinler, kolesterol ve sfingolipidlerden oluşan bu SYGZ (Ramazi and Zahiri 2021), süt ortamında SYG'lerin stabilitesini önemli ölçüde artırır ve farklı fonksiyonel özellikler kazandırır; memelilerde, insan sütü de dahil, SYG'lerin birden fazla önemli biyolojik fonksiyonu yerine getirme yeteneğinin temelini oluşturur (Yang et al. 2025).

SYG'lerin yapısı

SYG'leri, üç katmanlı bir zar sistemiyle çevrili, TAG açısından zengin bir çekirdekle karakterize edilen karmaşık bir yapısal organizasyon gösterir. TAG'lar, süt yağının kütlesinin %98'inden fazlasını oluşturur ve gliserolün üç yağ asidiyle esterleştirilmesiyle oluşur (Ma et al. 2024). Yağ asitlerinin pozisyonel dağılımı, lipid sindirilebilirliğini ve biyoyararlanımnı etkiler. Bebek sindirimi sırasında, bunlar bağırsak epitel hücreleri tarafından tamamen içselleştirilir ve yeniden esterleştirilir, böylece verimli besin maddesi kullanımı sağlanır. TAG'ların doğal hidrofobikliği, faz ayrışmasını ve çift katman merkezine doğru göçü teşvik ederek yapısal stabiliteyi sağlar (Yang et al. 2025).

SYGZ ise SYG kütlesinin %2-6'sını temsil eden ve 10-20 nm kalınlığında olan üç farklı katmandan oluşur (Wooding and Kinoshita 2023): sulu faza doğru yönlenmiş hidrofilik gruplara ve TAG çekirdeğine nüfuz eden hidrofobik kuyruklara sahip iç polar lipit tek katmanı; mekanik takviye sağlayan merkezi elektron yoğun protein-lipit katmanı ve hücresel tanıma, sinyal iletimi ve immünolojik işlevlere katılan çeşitli proteinleri, glikolipitleri ve kolesterolü içeren dış fosfolipit çift katmanı bulunur (Yang et al. 2025). SYGZ proteinleri, glikozile proteinler, membran bütünleyici proteinler, çevresel olarak ilişkili proteinler ve transmembran proteinler olarak sınıflandırılan belirgin bir dağılım asimetrisi gösterir (Liu et al. 2022; Yang et al. 2025).

SÜT YAĞI GLOBÜLLERİNİN BİLEŞİMİ

Yağ

Süt yağının yaklaşık %87'si yapısal olarak SYG'ler oluşturur ve bu da bebek gelişimi için gerekli kalori alımının %50-60'ını sağlar. Lipid fraksiyonu, SYG'lerin besinsel olarak baskın bileşenini oluşturur. Kütlece süt yağının yaklaşık %98'ini temsil eden TAG'lar (Triaçilgliserol), memeli sütündeki birincil enerji deposunu oluşturur (Zhu et al. 2024). İnsan ve memeli sütü yağ asidi profillerinde bireyler arası ve birey içi önemli heterojenlik mevcuttur ve emzirme evreleri boyunca dinamik bileşimsel değişimler gözlemlenmektedir. İnsan sütü, palmitik (%19,07), oleik (%36,43) ve linoleik (%23,73) asitlerin baskın olduğu TAG profilleri içerirken (Manin et al. 2023), kolostrumda palmitik asit ve konjuge linoleik asit türevleri daha yüksektir (Settachaimongkon et al. 2023). Bu gelişimsel farklılıklar, yenidoğanın beslenme ihtiyaçlarına ve gastrointestinal olgunlaşmaya yönelik adaptasyonları sağlar. Yağ asidi bileşimi; genetik belirleyiciler, diyet alımı ve çevresel koşullar tarafından modüle edilen önemli türler arası farklılıklar göstermektedir. Geviş getiren hayvanların sütündeki lipitler, insan sütündeki %20-30'a kıyasla %40-50 oranında doymuş yağ asidi içerir (Dippong et al. 2025), bu da inek sütüne sıcak şartlarda daha yüksek oksidatif stabilite kazandırır (Yang et al. 2025). SYG'lerin yapısal bütünlüğü ve biyolojik işlevselliği, üç katmanlı SYGZ'de yoğunlaşmış fosfolipid bileşenlerine bağlıdır (Sun et al. 2024). Bu zar; fosfatidilkolin, sfingomiyelin, fosfatidiletanolamin, fosfatidilserin ve fosfatidilinositol olmak üzere birden fazla fosfolipid sınıfı içerir. Bunlar hem bağışıklığa hem de zarı stabilize eder. SYGZ içindeki kolesterol, yenidoğan nörogenezini ve steroid hormon biyosentezini kolaylaştırır. SYG'ler ayrıca, süt yağı lezzet profillerini etkileyen ve metabolizma ve fizyolojik aktivitelere katılan serbest yağ asitleri ve minör lipidler içerir (Yang et al. 2025).

Protein

SYG'ler içindeki proteinler öncelikle üç katmanlı SYGZ'ye yerleşerek lipid çekirdeğini çevreleyen yapısal bir arayüz oluşturur. SYGZ proteinleri, insan sütünün toplam protein içeriğinin %1-4'ünü, SYG kütlesinin %1'ini ve SYGZ kütlesinin %25-70'ini oluşturur (Wilmot et al. 2024). Bu proteinler, SYG oluşumu ve stabilizasyonu için kritik öneme sahip olup, kanser önleyici aktivite, egzersiz performansının iyileştirilmesi, *Helicobacter pylori* enfeksiyonunun önlenmesi, bağırsak sağlığının desteklenmesi ve bağışıklık fonksiyonunun modülasyonu (Yadav et al. 2022) gibi biyoaktif işlevler sergiler (Wooding and Kinoshita 2023; Yang et al. 2025). Proteinlerdeki bileşim farklılıkları süt ürünlerinin kalitesini, besinsel özelliklerini ve sindirilebilirliğini etkiler ve işleme sırasında dikkate alınmalıdır (Yang et al. 2025).

Diğer bileşenler

SYG'ler ayrıca iz miktarda karbonhidrat, karotenoidler, yağda çözünen vitaminler (A, D, E ve K) ve minör bileşenler içerir. Bunlar esas olarak SYGZ'nin içine gömülü glikoproteinler ve glikolipitler olarak bulunur (Yadav et al. 2022) ve kolloidal stabiliteyi korurlar. SYG'ler ayrıca, özellikle trigliserit hidrolizini serbest yağ asitlerine ve gliserole dönüştüren ve lipid sindirilebilirliğini önemli ölçüde etkileyen lipazlar olmak üzere çeşitli enzimleri de içerir. Karotenoidler ve vitaminler düşük konsantrasyonlarda bulunsa da, SYG işlevselliğini ve besin değerini önemli ölçüde etkiler; vitaminler insan için gerekli mikro besin maddeleri olarak görev yapar (Yang et al. 2025).. Toplu olarak değerlendirildiğinde, bu bileşenler SYG'nin yapısal bütünlüğüne, metabolik işlevlerine ve süt ürünlerinin besleyici/duyusal özelliklerine önemli katkıda bulunur.

SÜT YAĞI GLOBÜLLERİNİN FONKSİYONLARI

SYG'ler, esas olarak bebek beslenmesi için enerji sağlayan, kritik besin emilimini ve gelişim süreçlerini destekleyen lipidleri içeren, sütün temel bir bileşenini oluşturur. SYG'lerdeki proteinler, yapısal bütünlüğü korurken çeşitli biyoaktif özellikler de sergiler.

Enerji sağlama ve besin maddelerinin taşınımı

Sütteki SYG'ler, bebeklere ve yetişkinlere temel yağ asitleri ve enerji sağlayan sütteki birincil lipid taşıma aracı görevi görür. SYG'lerin temel yapısal elemanları olan TAG'lar, kısa zincirli (C4–C14) ve uzun zincirli (C16–C20) yağ asitleri de dahil olmak üzere heterojen yağ asitleri içerir. Kısa zincirli yağ asitlei süt yağının yaklaşık %50'sini oluşturarak yüksek enerji yoğunluklu beslenme sağlarken, kendine özgü lezzet profillerine ve gelişmiş sindirilebilirliğe katkıda bulunur. SYG'ler ayrıca yağda çözünen vitaminlerin (A, D, E ve K) taşınması yoluyla besin taşınmasını kolaylaştırır. SYGZ içindeki fosfolipidler, özellikle sfingomiyelin ve fosfatidilserin, sinir miyelinin temel bileşenlerini temsil eder (Zeisel et al. 1986) ve besin taşınımı sırasında beyin gelişimine katkıda bulunur. SYGZ yapısı, dağıtım verimliliğini önemli ölçüde artırır (Rico and Razzaghi 2023). İç tek katmanlı ve dış fosfolipid çift katmanlı (10-50 nm kalınlığında) yapıdan oluşan SYGZ, trigliseritleri erken enzimatik hidrolizden korurken, emülsifikasyon yoluyla bağırsakta besin dağılımını ve emilimini destekler. Fosfolipid membranın hidrofilik başları ve hidrofobik kuyrukları, immünoglobulinlerin ve büyüme faktörlerinin taşınmasını kolaylaştıran alanlar oluşturur (Cavaletto et al. 2022; Sanjulián et al. 2025). Bu bileşenler, yenidoğan bağışıklık sistemi gelişimi, bağırsak olgunlaşması ve doku onarımı için kritik öneme sahiptir (Yang et al. 2025).

Antibakteriyel ve antiviral fonksiyonlar

SYGZ proteinleri önemli antimikrobiyal aktivite göstermektedir. Glikozile proteinler, bağırsakta parçalanmaya direnç göstererek, bifidobakteri büyümesinin seçici olarak teşvik edilmesi yoluyla bebek bağırsak mikrobiyotası dengesini potansiyel olarak düzenleyebilir (Phuong-Nguyen et al. 2023). Ayrıca, SYGZ bileşenleri antiviral etkinlik de göstermektedir (Son et al. 2022).

İmmünomodülatör fonksiyonlar

Sindirim sırasında SYG lipid hidrolizi, bebek bağışıklık sistemi gelişimini kritik olarak etkiler (Brink et al. 2021). Araşidonik asit, bağışıklığı artırır ve enfeksiyon duyarlılığını azaltır (Fan et al. 2024). SYGZ bir çok immünomodülatör protein (immünoglobulinler, laktoferrin, vb) içerir; bebek bağışıklık güçlenmesini sağlar (Aoki 2006; Yang et al. 2025).

Metabolik düzenleme

SYGZ bileşenleri, lipid metabolizmasını önemli ölçüde düzenleyerek, bebeklerde kan lipid homeostazını modüle eder ve metabolik sendrom riskini azaltır. SYGZ içindeki sfingolipidler ve gangliosidler, karaciğer lipogenezini ve kolesterol metabolizmasını modüle ederken, glukagon salgılanmasını uyarır ve tokluk hissini artırarak aşırı kilo alımını etkin olarak sınırlar (Yang et al. 2025).

Gelişime destek

SYG lipidleri, bebek gelişim süreçlerini önemli derecede düzenler. Kısa zincirli yağ asitleri, kolorektal ortamı asitleştirerek mikrobiyal amonyum emilimini artırır ve bağırsak bariyerinin bütünlüğünü koruyarak bağırsak bağışıklık sisteminin olgunlaşmasını optimize eder (Cerdó et al. 2022). SYG'ler, nörogelişim için gerekli olan omega-3 yağ asidi içerir (Lien et al. 2017). SYGZ proteinleri nörolojik ve gastrointestinal gelişimi destekleyerek bebeklerin duygusal istikrarına katkıda bulunurken bilişsel ve sindirim fonksiyonlarını da geliştirir (Li et al. 2024). Bağırsak korur, iltihabı azaltır, probiyotik kolonizasyonunu destekler, mikrobiyotayı dengeler ve sindirim bozukluklarını hafifleterek gastrointestinal sağlığı destekler (Sundblad et al. 2018).

BEBEKLERDE BESLENME STRATEJİLERİ

İnsan sütü ve inek veya keçi sütü gibi memeli sütleri arasındaki kritik farklılıklar, esas olarak biyoaktif bileşenlerinde ve SYG'lerin yapısal özelliklerinde yatmaktadır. İnsan sütü, özellikle tam oluşmamış gastrointestinal (mide-bağırsak) sistemlere, sınırlı sindirim ve emilim kapasitesine ve gelişmemiş bağışıklık sistemlerine sahip bebekler, özellikle de prematüre yenidoğanlar için temel destek sağlar. Özellikle, bol miktarda immünoglobulin (örneğin; IgA, IgG ve IgM), laktoferrin, lizozim, insan sütü oligosakkaritleri ve özel bir lipid bileşimine ve

membran proteinlerine sahip SYG'nin sinerjik etkisi, benzersiz bir immün koruma sağlarken, gelişimi etkili bir şekilde destekler, bağırsak sağlığını destekler ve bağışıklık olgunlaşmasını kolaylaştırır. Yapısal olarak, daha büyük yüzey alanı-hacim oranları nedeniyle insan SYG'lerinin daha küçük boyutu, bebek bağırsağında safra tuzuyla uyarılan lipaz tarafından hidrolizlerini artırarak, yağların ve yağda çözünen vitaminlerin sindirim verimliliğini optimize eder; bu da özellikle sindirim kapasitesi bozulmuş prematüre yenidoğanlar için kritik bir faktördür (Smirnova et al. 2020). Daha önemli olarak; SYGZ'deki benzersiz biyoaktif bileşenler, nörogelişim, bağışıklık fonksiyonu ve metabolik programlama gibi uzun vadeli sağlık yararlarının birincil belirleyicilerini oluşturur. Buna karşılık, inek, keçi veya deve sütü gibi bebek maması için yaygın olarak kullanılan alternatif süt kaynakları, tipik olarak daha büyük SYG boyutları, önemli ölçüde farklı membran yapıları ve insan sütü oligosakkaritleri ve belirli insan kaynaklı bağışıklık faktörlerinde belirgin eksiklikler sergiler (Yang et al. 2025). İşlenmemiş memeli sütleri, mikrobiyolojik güvenlik riskleri ve sınırlı raf ömrü gibi ek zorluklar sunmaktadır. Bu sınırlamaları gidermek için süt endüstrisi, memeli sütünün yapısal ve fonksiyonel özelliklerini geliştirmek ve insan SYG'lerinin faydalı özelliklerini taklit etmeyi amaçlayan gelişmiş işleme teknolojileri kullanmaktadır. Bununla birlikte, farklı gebelik haftalarındaki prematüre yenidoğanlar, farklı sindirim kapasiteleri ve beslenme ihtiyaçları nedeniyle özel formül (mama) tasarımı gerektirmektedir. Sindirim enzimi salgısı düşük ve bağırsak bariyeri hassas olan aşırı prematüre bebekler için, patojenleri ortadan kaldırırken biyoaktif bileşenleri korumak amacıyla nazik işleme teknolojileri (örneğin; mikrofiltrasyon ve ultrafiltrasyon) gereklidir. Nispeten daha iyi sindirim fonksiyonuna sahip geç prematüre yenidoğanlar için ise, hem stabilite hem de sindirilebilirlik elde etmek için SYG boyutunu dengelemek amacıyla optimize edilmiş homojenizasyon parametreleri (basınç/süre) gereklidir (Yang et al. 2025).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Süt yağı globülleri, esas olarak bebek beslenmesi için enerji sağlayan, kritik besin emilimini ve gelişim süreçlerini destekleyen lipidleri içeren, sütün temel bir bileşenini oluştururlar. SYG'lerin yapısında bulunan proteinler, yapısal bütünlüğü korurken çeşitli biyoaktif özellikler gösterirler. SYG'nin, bileşimini oluşturan komponentler nedeniyle beslenme ve sağlık açısından çok önemli hayati işlevleri yerine getirmekte olduğu ortaya çıkmaktadır. Anne sütü, bebek beslenmesinde altın standarttır. Bu nedenle mama ile beslenmenin gerekli olduğu

durumlarda, prematüre bebekler için mama geliştirme çalışmalarında, insan sütü yağ golbüllerinin bileşimsel, yapısal ve fonksiyonel özelliklerini taklit etmeye öncelik verilmelidir. Gelecekteki araştırmalar; prematüre yenidoğanların ve çocukların sağlıklı büyüme ve gelişmeleri için beslenme açısından optimize edilmiş destek almalarını sağlamak için planlanmalıdır.

KAYNAKLAR

Ames, S. R., Lotoski, L. C., Azad, M. B. (2023). Comparing early life nutritional sources and human milk feeding practices: personalized and dynamic nutrition supports infant gut microbiome development and immune system maturation. Gut Microbes, 15(1). https://doi.org/10.1080/19490976.2023.2190305

Aoki, N. (2006). Regulation and functional relevance of milk fat globules and their components in the mammary gland. Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry, 70(9), 2019–2027. https://doi.org/10.1271/bbb.60142

Brink, L. R., Chichlowski, M., Pastor, N., Thimmasandra Narayanappa, A., Shah, N. (2021). In the Age of Viral Pandemic, Can Ingredients Inspired by Human Milk and Infant Nutrition Be Repurposed to Support the Immune System?. Nutrients, 13(3), 870. https://doi.org/10.3390/nu13030870

Cavaletto, M., Givonetti, A., Cattaneo, C., Cavaletto, M., Givonetti, A., Cattaneo, C. (2022). The immunological role of milk fat globule membrane. Nutrients, 14(21), 4574. https://doi.org/10.3390/nu14214574

Cerdó, T., Ruíz, A., Acuña, I., Nieto-Ruiz, A., Diéguez, E., Sepúlveda-Valbuena, N., et al. (2022). A synbiotics, long chain polyunsaturated fatty acids, and milk fat globule membranes supplemented formula modulates microbiota maturation and neurodevelopment. ClinicalNutrition, 41(8), 1697–1711. https://doi.org/10.1016/j.clnu.2022.05.013

Csölle, I., Felső, R., Szabó, É., Metzendorf, M. I., Schwingshackl, L., Ferenci, T., Lohner, S. (2022). Health outcomes associated with micronutrient-fortified complementary foods in infants and young children aged 6-23 months: a systematic review and meta-analysis. The Lancet, 6(8), 533–544. https://doi.org/10.1016/S2352-4642(22)00147-X

Çakmakçı, S., Tahmas-Kahyaoğlu, D. (2012). Yağ asitlerinin sağlık ve beslenme üzerine etkilerine genel bir bakış. Akademik Gıda/Academic Food Journal, 10(1), 103-113. https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1189276

Dippong, T., Muresan, L. E., Senila, L. (2025). Comparison of the thermal behavior and chemical composition of milk powders of animal and plant origin. Foods, 14(3). https://doi.org/10.3390/foods14030389

Fan, L., Wang, X., Szeto, I. M. Y., Liu, B., Sinclair, A. J., Li, D. (2024). Dietary intake of different ratios of ARA/DHA in early stages and its impact on infant development. Food & Function, 15(7), 3259-3273. https://doi.org/10.1039/d3fo04629j

Jones, P. A. T., Moolyk, A., Ruchat, S. M., Ali, M. U., Fleming, K., Meyer, S., Sjwed, T. N., Wowdzia, J. B., Maier, L., Mottola, M., Sivak, A., Davenport, M. H. (2025). Impact of postpartum physical activity on cardiometabolic health, breastfeeding, injury and infant growth and development: a systematic review and meta-analysis. British Journal of Sports Medicine, 59(8), 539–549. https://doi.org/10.1136/bjsports-2024-108483

Li, K., Jin, J., Liu, Z., Chen, C., Huang, L., Sun, Y. (2025). Dysbiosis of infant gut microbiota is related to the altered fatty acid composition of human milk from mothers with gestational diabetes mellitus: a prospective cohort study. Gut Microbes, 17(1), 2455789. https://doi.org/10.1080/19490976.2025.2455789

Li, Z., Liu, A., Cao, Y., Zhou, H., Shen, Q., Wu, S., Luo, J. (2024). Milk fat globule membrane proteins are crucial in regulating lipid digestion during simulated in vitro infant gastrointestinal

digestion. Journal of Dairy Science, 107(10), 7549-7563. https://doi.org/10.3168/jds.2024-24707

Lien, E., Richard, C., Hoffman, D. (2017). DHA and ARA addition to infant formula: Current status and future research directions. Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids, 128, 26-40. https://doi.org/10.1016/j.plefa.2017.09.005

Liu, Y., Cheng, J., Sun, L., Li, X., Liu, L., Ma, Q., Ma, C., Jia, Z., Zhang, L., Zhang, Q., Leng, Y. (2022). Stabilization of human milk fat analog emulsions using milk fat globule membrane material–coated lipid droplets: Structural and physical properties. LWT, 171, 114154. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114154

Ma, Q., Sun, M., Zhao, Y., Chen, S., Li, X., Liu, L., Zhang, X., Wang, Y., Eric-Parfait Kouame, K. J., Yu, X. (2024). Improving lipid digestion by modulating interfacial structure of fat globule based on milk fat globule membrane and different phospholipids. Food Hydrocolloids, 150, 109736. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2024.109736

Manin, L. P., Rydlewski, A. A., Pizzo, J. S., Da Cruz, V. H. M., Da Silva Alves, E., Santos, P. D. S., Mikcha, J. M. G., Cristianini, M., Santos, O. O., Visentainer, J. V. (2022). Effects of pasteurization and high-pressure processing on the fatty acids, triacylglycerol profile, Dornic acidity, and macronutrients in mature human milk. Journal of Food Composition and Analysis, 115, 104918. https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104918

Massouras, T., Charmanta, A.-A., Koutsouli, P., Masoura, M., Politis, I., Hettinga, K. (2023). The effect of milking frequency, breed, and stage of lactation on the milk fat globule size and fatty acid composition in sheep's milk. Foods, 12(13), 2446. https://doi.org/10.3390/foods12132446

Phuong-Nguyen, K., McNeill, B. A., Aston-Mourney, K., Rivera, L. R. (2023). Advanced glycation end-products and their effects on gut health. Nutrients, 15(2), 405. https://doi.org/10.3390/nu15020405

Ramazi, S., Zahiri, J. (2021). Post-translational modifications in proteins: Resources, tools and prediction methods. Database, 2021. https://doi.org/10.1093/database/baab012

Rico, D. E., Razzaghi, A. (2023). Animal board invited review: The contribution of adipose stores to milk fat: Implications on optimal nutritional strategies to increase milk fat synthesis in dairy cows. Animal, 17(4), 100735. https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100735

Sanjulián, L., Fernández-Rico, S., González-Rodríguez, N., Cepeda, A., Miranda, J. M., Fente, C., Lamas, A., Regal, P., Sanjulián, L., Fernández-Rico, S., González-Rodríguez, N., Cepeda, A., Miranda, J. M., Fente, C., Lamas, A., Regal, P. (2025). The role of dairy in human nutrition: Myths and realities. Nutrients, 17(4). https://doi.org/10.3390/nu17040646

Settachaimongkon, S., Homyog, K., Mekboonsonglarp, W., Soonoue, P., Lerdamnuaylarp, T., Prayoonpeeraput, P., Theil, P. K., Nuntapaitoon, M. (2023). Dynamics of fatty acid and non-volatile polar metabolite profiles in colostrum and milk depending on the lactation stage and parity number of sows. Scientific Reports, 13(1), 1989. https://doi.org/10.1038/s41598-023-28966-6

Smirnova, A., Konoplev, G., Mukhin, N., Stepanova, O., Steinmann, U., Smirnova, A., Konoplev, G., Mukhin, N., Stepanova, O., Steinmann, U. (2020). Milk as a complex multiphase polydisperse ystem: Approaches for the quantitative and qualitative analysis. Journal of Composites Science, 4(4). https://doi.org/10.3390/jcs4040151

Son, Y., Jeong, K., Apostolopoulos, V., Kim, W. (2022). RETRACTED: MUC1 expressing tumor growth was retarded after human mucin 1 (MUC1) plasmid DNA immunization. International Journal of Immunopathology and Pharmacology. https://doi.org/10.1177_03946320221112358

Sun, Y., Roos, Y.H., Miao, S. (2024). A Review of factors affecting the structure, compositions, and the techno-functionalities of bovine milk fat globule and membrane. Trends in Food Science & Technology 150, 104570.

Sundblad, V., Quintar, A. A., Morosi, L. G., Niveloni, S. I., Cabanne, A., Smecuol, E., Mauriño, E., Mariño, K. V., Bai, J. C., Maldonado, C. A., Rabinovich, G. A. (2018). Galectins in intestinal inflammation: Galectin-1 expression delineates response to treatment in celiac disease patients. Frontiers in Immunology, 9, 337126. https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.00379

Thomassen, G., Abrahamse, E., Mischke, M., Becker, M., Bartke, N., Knol, J., Renes, I. (2024). In vitro gastrointestinal lipid handling and bioaccessibility rate of infant formula with large

phospholipid-coated lipid droplets are different from those of standard formula and closer to human milk. Food Hydrocolloids, 156, 110336. https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2024.110336

Wilmot, L., Miller, C., Patil, I., Kelly, A. L., Jimenez-Flores, R. (2025). Dairy foods: A matrix for human health and precision nutrition—The relevance of a potential bioactive ingredient; The milk fat globule membrane. Journal of Dairy Science, 108(4), 3109-3134. https://doi.org/10.3168/jds.2024-25412

Wooding, F. P., Kinoshita, M. (2023). Milk fat globule membrane: formation and transformation. Journal of Dairy Research, 90(4), 367–375. https://doi.org/10.1017/S0022029923000742

Xu, D., Zhou, S., Liu, Y., Scott, A. L., Yang, J., Wan, F. (2024). Complement in breast milk modifies offspring gut microbiota to promote infant health. Cell, 187(3), 750-763.e20. https://doi.org/10.1016/j.cell.2023.12.019

Yadav, M., Kapoor, A., Verma, A., Ambatipudi, K. (2022). Functional significance of different milk constituents in modulating the gut microbiome and infant health. Journal of agricultural and food chemistry, 70(13), 3929–3947. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.2c00335

Yang, H., Wang, H., Xu, F., Jin, D., Zhu, J., Wang, J., Xu, X., Shen, Q. (2025). Composition, structure, and function of milk fat globules: Thermal and non-thermal processing effects and their implication in infant nutrition requirements. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 24(5), e70294. https://doi.org/10.1111/1541-4337.70294

Yao, Y., Zhou, X., Hadiatullah, H., Li, C., Wang, X., Wang, S. (2021). Effects of human, caprine, and bovine milk fat globules on microbiota adhesion and gut microecology. Journal of agricultural and food chemistry, 69(34), 9778–9787. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c01801

Zeisel, S. H., Char, D., Sheard, N. F. (1985). Choline, phosphatidylcholine and sphingomyelin in human and bovine milk and infant formulas. The Journal of Nutrition, 116(1), 50-58. https://doi.org/10.1093/jn/116.1.50

Zhu, L., Fang, S., Zhang, Y., Sun, X., Yang, P., Lu, W., Yu, L., Zhu, L., Fang, S., Zhang, Y., Sun, X., Yang, P., Lu, W., Yu, L. (2024). Effects of sn-2 palmitic triacylglycerols and the ratio of OPL to OPO in human milk fat substitute on metabolic regulation in Sprague-Dawley Rats. Nutrients, 16(9). https://doi.org/10.3390/nu16091299

TÜRKİYE'NİN AVRUPA KOMİSYONU TARAFINDAN TESCİL EDİLMİŞ COĞRAFİ İŞARETLİ GIDALARI

Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI
Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering, 25240 Erzurum, Türkiye
ORCID ID: 0000-0003-0334-5621
Dr. Öğr. Üyesi Yusuf ÇAKIR
Bingöl University, Department of Food Processing, 12000, Bingöl, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-3789-3039

ÖZET

Coğrafi İşaret (Cİ), belirgin bir niteliği, ünü veya diğer özellikleri bakımından kökenin bulunduğu yöre, alan, bölge veya ülke ile özdeşleşmiş ürünü gösteren ve garanti eden kalite işaretidir. Cİler, menşe adı ya da mahreç işareti olarak tescil edilmektedir. Ülke içinde ürünlerin Cİ tescili alması; yerel üretimin, kültür bağının ve biyoçeşitliliğin korunması, kırsal kalkınma, üretim ve kalitede sürdürülebilirlik, taklitçilikle mücadele, katma değer, istihdam ve turizm faaliyetlerinin canlandırılması gibi faydalar sağlamaktadır. Türkiye'de, Cİ alma bilincinin giderek arttığı görülmekte ve 2025 yılına kadar Türk Patent ve Marka Kurumu (TÜRKPATENT) tarafından 1798 ürünün Cİ ile tescillendiği, işlemleri devam eden başvuru sayısının da 877 olduğu rapor edilmiştir. Sınai mülkiyet hakları koruması dünyanın her yerinde tescil alınan ülkede geçerlidir. Dolayısıyla ürünlerin uluslararası düzeyde tescillenmesi daha önemli olup Avrupa Birliği (AB) nezdinde başvuru yapmak için Türkiye'de öncelikle TÜRKPATENT'e başvuru yapılarak Cİ tescilinin alınması gerekmektedir. Avrupa Komisyonu'na sadece tarım ürünleri ve gıda maddeleri ile ilgili Cİ başvurusu yapılabilmektedir. Bu bağlamda Avrupa Komisyonu tarafından Türkiye'nin, Kasım 2025 itibariyle 44 adet Cİ tescilli ürünü bulunmaktadır (31 ürün PDO: Araban Sarımsağı, Ayaş Domatesi, Aydın Kestanesi, Aydın Memecik Zeytini, Aydın Memecik Zeytinyağı, Aydın Çam Fıstığı, Aydın İnciri, Bayramiç Beyazı, Bingöl Balı, Bursa Siyah İnciri, Bursa Şeftalisi, Edremit Körfezi Yeşil Çizik Zeytini, Edremit Zeytinyağı, Erzincan Tulum Peyniri, Ezine Peyniri, Gaziantep Menengiç Kahvesi, Gemlik Zeytini, Giresun Tombul Fındığı, Hüyük Çileği, Kırkağaç Kavunu, Malatya Kayısısı, Milas Yağlı Zeytini, Milas Zeytinyağı, Mut Zeytinyağı, Osmaniye Yer Fıstığı, Safranbolu Safranı, Suruç Narı, Taşköprü Sarımsağı, Yenice Ihlamur Balı, Çağlayancerit Cevizi, İpsala Pirinci. 13 ürün PGI: Afyon Pasırması, Afyon Sucuğu, Antakya Künefesi, Antep Baklavası, Antepfıstığı Ezmesi, Antep Lahmacunu, Bursa Kestane Şekeri, Hatay Kaytaz Böreği, Manisa Mesir Macunu, Maraş Tarhanası, Maraş Çöreği, Silifke Yoğurdu, Söke Pamuğu). Cİ başvurusu yapılan 37 ürün de komisyon tarafından

değerlendirilme aşamasındadır. Türkiye'nin AB tarafından tescillenen ve tescil başvurusu yapılan ürün sayısının giderek artması, uluslararası düzeyde tescilin kültürel varlığın korunması, üretici ve ülke çıkarları için daha önemli olduğunun anlaşıldığının bir göstergesidir. Bu çalışmada Türkiye'nin AB nezdinde Cİ tescili almış tarım ve gıda ürünlerinin tanıtımı ve konunun önemine vurgu yapmak amaçlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Coğrafi işaret, Türkiye, AB tescilli Türkiye gıdaları, Menşe adı, Mahreç işareti, TÜRKPATENT

GEOGRAPHICALLY INDICATED FOODS FROM TÜRKİYE REGISTERED BY THE EUROPEAN COMMISSION

ABSTRACT

A geographical indication (GI) is a quality mark that identifies and guarantees that a product originates from a specific locality, area, region, or country due to its distinctive quality, reputation, or other characteristics. GIs are registered as designations of origin or indications of provenance. Obtaining GI registration for products within a country provides benefits such as protecting local production, cultural ties, and biodiversity; promoting rural development; ensuring sustainability in production and quality; combating counterfeiting; creating added value; generating employment; and stimulating tourism activities. In Türkiye, awareness of obtaining GIs is steadily increasing, and the Turkish Patent and Trademark Office (TÜRKPATENT) has reported that 1798 products have been registered with GIs by 2025, with 877 applications still under processing. Industrial property rights protection is valid only in the country where the registration is obtained. Therefore, the international registration of products is even more important, and to apply to the European Union (EU), it is first necessary to obtain GI registration from TÜRKPATENT in Turkey. Only applications for customs declarations (CIs) related to agricultural products and foodstuffs can be submitted to the European Commission. In this context, the European Commission reported that Turkey has 44 registered GI products as of November 2025 (31 products with PDO: Araban Sarımsağı, Ayaş Domatesi, Aydın Kestanesi, Aydın Memecik Zeytini, Aydın Memecik Zeytinyağı, Aydın Çam Fıstığı, Aydın İnciri, Bayramiç Beyazı, Bingöl Balı, Bursa Siyah İnciri, Bursa Şeftalisi, Edremit Körfezi Yeşil Çizik Zeytini, Edremit Zeytinyağı, Erzincan Tulum Peyniri, Ezine Peyniri, Gaziantep Menengiç Kahvesi, Gemlik Zeytini, Giresun Tombul Fındığı, Hüyük Çileği, Kırkağaç Kavunu, Malatya Kayısısı, Milas Yağlı Zeytini, Milas Zeytinyağı, Mut Zeytinyağı, Osmaniye Yer Fıstığı, Safranbolu Safranı, Suruç Narı, Taşköprü Sarımsağı, Yenice Ihlamur Balı, Çağlayancerit Cevizi, İpsala Pirinci; 13 products with PGI: Afyon Pasırması, Afyon

Sucuğu, Antakya Künefesi, Antep Baklavası, Antepfıstığı Ezmesi, Antep Lahmacunu, Bursa Kestane Şekeri, Hatay Kaytaz Böreği, Manisa Mesir Macunu, Maraş Tarhanası, Maraş Çöreği, Silifke Yoğurdu, Söke Pamuğu). Thirty-seven products for which GI applications have been submitted are under evaluation by the commission. The increasing number of Turkish products registered and applied for registration by the EU is an indication that international registration is increasingly understood as being more important for the protection of cultural heritage, producers, and national interests. This study aims to promote Turkish agricultural and food products that have received GI registration with the EU and to emphasize the importance of this issue.

Keywords: Geographical indication, Türkiye, EU registered Turkish foods, PDO, PGI, Turkish Patent and Trademark Office

GİRİŞ

Coğrafi İşaret (Cİ), farkı ve ünü yöresinden kaynaklanan, kalitesi tescil ve denetimle korunan değerlerdir (Türk Patent ve Marka Kurumu, TÜRKPATENT 2025). Türkiye'de Coğrafi işaretler, 6769 sayılı "Sınai Mülkiyet Kanunu" kapsamında "menşe adı" ya da "mahreç işareti" olarak tescillenmektedir. "menşe adı" (Protected designation of origin - PDO), tüm özelliklerini (hammadde, üretim ve işleme gibi) coğrafi sınırları belirlenmiş bir bölgenin doğal ve beşeri unsurlarına borçlu olan ürünleri, "mahreç işareti" (Protected Geographical Indication - PGI) ise ürünün sahip olduğu özelliklerden en az birinin bilinen coğrafi alan sınırları içinde gerçekleştiğini ifade etmektedir (Tekelioğlu 2019; TÜRKPATENT 2025; YÜciTA 2025). Cİ tescili alabilecek ürünlerin; köken/orijin ve yöreden kaynaklı karakteristik (üretim yöntemi ve/veya ham madde kaynaklı) özelliklere sahip olması gerekir (Çakmakçı ve Kızıltunç 2023; TÜRKPATENT 2025; YÜciTA 2025;). Cİ'ler fikri ve sınaî mülkiyet haklarından birisi olup, ürüne ve üreticiye getirdiği bazı haklar vardır. Cİ, üründen başka, başvuru sahibi ile birlikte tüm üreticileri korur ve hak sağlar, marka tescili ile marka sahibine bireysel bir mülkiyet hakkı verir (Mevzuat 2016; TÜRKPATENT 2025). Yerel üretici ile tüketicinin korunması ve ülke çıkarları için Cİ büyük önem taşımaktadır. Bu katkılar arasında; yerel üretimin, kültür bağının ve biyoçeşitliliğin korunması, kırsal kalkınma, üretim ve kalitede sürdürülebilirlik, taklitçilikle mücadele, katma değer, istihdam ve turizm faaliyetlerinin artırılması/canlandırılması sayılabilir (Çakmakçı ve Salık 2022; GMO, 2022; TÜRKPATENT 2025; YÜciTA 2025). Türkiye, Cİ tescili alan ürünlerden başka Cİ alacak ürün sayısı bakımından da önemli potansiyele sahip olup (Tekelioğlu 2019, Çakmakçı ve Kızıltunç 2023), 2025 yılına kadar 1798 adet ürün (gıda

ürünleri; %83.4, el sanatları ve diğerleri; %16.6) TÜRKPATENT tarafından tescillenerek koruma altına alınmıştır. Cİ tescili almak için 877 adet ürünün de başvurusu yapılmıştır. Tescilli ürünlerin %77.0 (1377 adet)'i mahreç işareti, %22.6 (405 adet)'sı menşe adı ve %0.4 (7 adet)'ü geleneksel ürün olarak koruma altına alınmıştır (TÜRKPATENT 2025).

Sınai mülkiyet hakları koruması dünyanın her yerinde tescil gerçekleştirilen ülkede geçerlidir. Bu bağlamda, sınai mülkiyet hakları kapsamında olan coğrafi işaretlerin Türkiye'de gerçekleştirilen tescilleri de yalnızca Türkiye sınırları içinde geçerlidir. Dolayısıyla ürünlerin Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından tescillenerek ulusal düzeyde koruma altına alınması önemlidir. Ancak ürünlerin uluslararası düzeyde de tescillenmesi daha önemli olup AB nezdinde başvuru yapmak için Türkiye'de öncelikle TÜRKPATENT'e başvuru yapılarak coğrafi işaret tescilinin alınması gerekmektedir. Başvurular tescil ettiren veya TÜRKPATENT aracılığı ile Avrupa Komisyonu'na gönderilmektedir. Avrupa Komisyonu'na sadece tarım ürünleri ve gıda maddeleri ile ilgili coğrafi işaretler için başvuru yapılabilmektedir (TÜRKPATENT 2025; GIview 2025a). Gıda ve tarım ürünü olan coğrafi işaretlerin AB'de tescili, 1151/2012 sayılı Tüzük ve bu Tüzüğün 668/2014 sayılı Uygulama Yönetmeliği uyarınca gerçekleştirilir. Bu yasal düzenlemelere göre başvurular doğrudan AB Komisyonuna gönderilmektedir. Coğrafi işaretler, kaynaklandığı ülkedeki adıyla ve Latin harfleriyle yazılışı ile korunur. Başvurular, AB'nin resmi dillerinden birinde yapılmakta ve AB başvurusu için komisyon tarafından ücret alınmamaktadır. Başvuru sırasında; Başvuru yapanın üretici grubu olduğunu kanıtlar nitelikte belge, spesifikasyon ve Tescil Belgesi ve çevirisi gereklidir. Bu kapsamda Avrupa Komisyonu tarafından Türkiye'nin tarımsal ve gıda ürünlerinden, Kasım 2025 itibariyle 44 adet Cİ tescilli ürünü olup Cİ başvurusu yapılan 37 ürün de komisyon tarafından değerlendirilme aşamasındadır (GIview 2025b).

Türkiye'nin AB tarafından tescillenen ve tescil başvurusu yapılan ürün sayısının giderek artması, uluslararası düzeyde tescilin kültürel varlığın korunması, üretici ve ülke çıkarları için daha önemli olduğunun anlaşıldığının bir göstergesidir. Ancak önemli bir husus olarak da Türkiye'de Cİ potansiyeli yüksek bazı tarımsal ürünler ve yöresel gıdaların çeşitli nedenlerle (yapılaşma, sanayi, iklim değişikliği, doğal afetler vb.) sürdürülebilirlik riskine karşı, devlet ve yetkili kurumlarca alınabilecek önlemlerin, hiç vakit geçirmeden yerine getirilmesi zorunlu görülmektedir (Çakmakçı ve Kızıltunç 2023; Çakmakçı vd. 2024). Bu çalışmada; Türkiye'nin AB nezdinde Cİ tescili almış tarım ve gıda ürünlerinin tanıtımı ve konunun önemine vurgu yapmak amaçlanmıştır.

TÜRKİYE'NİN AB NEZDİNDE MENŞE ADI (PDO) İLE TESCİLLENMİŞ Cİ'li GIDALARI

Türkiye'nin AB tarafından tescillenmiş gıdalarının sayısının özellikle son yıllarda arttığı görülmektedir. Bu bağlamda Kasım 2025 güncel verileriyle 31 adedi menşe adı (PDO) ve 13 adedi mahreç işareti (PGI olmak üzere toplam 44 adet gıda /tarımsal ürünün tescillendiği belirlenmiştir. Bu ürünlerin tescil tarihleri incelendiğinde, 33 ürünün son 6 yıl içinde tescillendiği görülmektedir (Tablo 1 ve 2). Özetle "AB nezdinde Cİ tescili almanın ne kadar önemli olduğunun son yıllarda daha fazla anlaşıldığı ve Cİ ile tescillenme potansiyeli olan ürünler için ümit verici bir gelişme olduğu ortaya çıkmaktadır. Türkiye'de AB nezdinde PDO tescili verilen 31 adet ürün hakkındaki bilgiler Tablo 1'de özetlenmiş ve tanınmalarına yardımcı olmak için Şekil 1 hazırlanmıştır.

Tablo 1. AB nezdinde Cİ (menşe adı) (PDO) ile tescillenmiş tarım ürünleri/gıda tescil bilgileri (GIview 2025b)

Ürün Adı/Dosya No	Tescil Tarihi	Ürün Adı/Dosya No	Tescil Tarihi
Araban Sarımsağı/ PDO-TR-2767	08/04/2021	Gemlik Zeytini/ PDO-TR-02618	10/07/2020
Ayaş Domatesi/ PDO-TR-02883	05/01/2023	Giresun Tombul Fındığı/ PDO-TR-2419	26/04/2018
Aydın Kestanesi/ PDO-TR-1362	08/09/2015	Hüyük Çileği/ PDO-TR-02891	05/01/2023
Aydın Memecik Zeytini/ PDO-TR-02813	12/11/2021	Kırkağaç Kavunu/ PDO-TR-02829	01/01/1970
Aydın Memecik Zeytinyağı/ PDO-TR-02802	24/09/2021	Malatya Kaysısı/ PDO-TR-1221	13/05/2014
Aydın Çam Fıstığı/ PDO-TR-02989	24.08.2023	Milas Yağlı Zeytini/ PDO-TR-02628	04/08/2020
Aydın İnciri / PDO-TR-1116	11/06/2013	Milas Zeytinyağı/ PDO-TR-2379	13/11/2017
Bayramiç Beyazı/ PDO-TR-2391	01.02.1918	Mut Zeytinyağı/ PDO-TR-03226	04/04/2024
Bingöl Balı/ PDO-TR-02886	05.01.2023	Osmaniye Yer Fıstığı/ PDO-TR-02901	30/01/2023
Bursa Siyah İnciri/Bursa Siyahı/ PDO-TR-02838	19/04/2022	Safranbolu Safranı/ PDO-TR-02860	10/08/2022
Bursa Şeftalisi/ PDO-TR-02887	05.01.2023	Suruç Narı/ PDO-TR-02850	07/06/2022
Edremit Körfezi Yeşil Çizik Zeytini/ PDO-TR-02398	12/04/2018	Taşköprü Sarımsağı/ PDO-TR-2217	09/01/2017
Edremit Zeytinyağı/ PDO-TR-02783	05/07/2021	Yenice Ihlamur Balı/ PDO-TR-03362	25/10/2024
Erzincan Tulum Peyniri/ PDO-TR-03056	11/01/2024	Çağlayancerit Cevizi/ PDO-TR-02608	18/05/2020
Ezine Peyniri/	05/01/2023	İpsala Pirinci/	14/10/2021

PDO-TR-02889		PDO-TR-02806
Gaziantep Menengiç Kahvesi /Gaziantep Melengiç Kahvesi/ PDO-TR-02661	25/02/2021	

Menşe Adı ile Tescillenmiş Ürünler

Bu kapsamda, menşe adı (PDO) ile koruma altına alınan 31 adet ürün alfabetik sırayla: Araban Sarımsağı, Ayaş Domatesi, Aydın Kestanesi, Aydın Memecik Zeytini, Aydın Memecik Zeytinyağı, Aydın Çam Fıstığı, Aydın İnciri, Bayramiç Beyazı, Bingöl Balı, Bursa Siyah İnciri/Bursa Siyahı, Bursa Şeftalisi, Edremit Körfezi Yeşil Çizik Zeytini, Edremit Zeytinyağı, Erzincan Tulum Peyniri, Ezine Peyniri, Gaziantep Menengiç Kahvesi/Gaziantep Melengiç Kahvesi, Gemlik Zeytini, Giresun Tombul Fındığı, Hüyük Çileği, Kırkağaç Kavunu, Malatya Kaysısı, Milas Yağlı Zeytini, Milas Zeytinyağı, Mut Zeytinyağı, Osmaniye Yer Fıstığı, Safranbolu Safranı, Suruç Narı, Taşköprü Sarımsağı, Yenice Ihlamur Balı, Çağlayancerit Cevizi, İpsala Pirinci'dir (TÜRKPATENT 2025; GIview 2025a).

Araban Sarımsağı

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 529 Tescil numarası ile 01.09.2020 tarihinde menşe adı ile tescillenmiştir. İl: Gaziantep; Başvuru Yapan/Tescil Ettiren: Araban Kaymakamlığı. Araban Sarımsağı iri, albenisi yüksek, baş kabuğu ve diş kabuk rengi beyaz, diş et rengi krem-sarı olan bir sarımsaktır. *Allium sativum* L. türüne aittir. Başının enine kesiti oval, boyuna kesiti eliptiktir. Her başta ortalama 10-15 adet diş olup ortalama diş ağırlığı 4-7 g'dır. Kabuğundan kolay ayrılan, kokusu keskin ve kuru madde oranı %37- %42 aralığında, uygun koşullarda uzun süre depolanabilen bir çeşittir (TÜRKPATENT 2020a).

Ayaş Domatesi

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 1236 Tescil numarası ile 05.10.2022 tarihinde menşe adı ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Ayaş Ziraat Odası; Coğrafi Sınırı: Ankara ili Ayaş ilçesi. Ankara'nın Ayaş ve civarında çok eskiden beri ekilen, tarladaki en iyi domateslerin tohumları alınıp saklanarak korunan, tadı ve lezzeti ile meşhur Anadolu'ya özgü bir çeşit olan Ayaş domatesi, Avrupa Birliği (AB) tarafından korumalı menşe adı (PDO) statüsüne layık görülmüştür. Verimi ve dayanması standart çeşitlere göre düşüktür. AB tarafından tanınması, "Ayaş Domatesi" isminin korunmasına, ürünü ve ürünün coğrafi köken ve geleneksel bilgi birikimiyle bağlantılı benzersiz özelliklerini tanıtmaya yardımcı olacaktır (TÜRKPATENT 2022a).

Aydın Kestanesi

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 180 Tescil No ile 30.12.2013 tarihinde menşe adı ile tescillenmiştir. Başvuru Yapan/Tescil Ettiren: Aydın Ticaret Borsası; Coğrafi Sınırı: Aydın ili ve ilçeleri. Fagaceae (Kayıngiller) familyasına giren sert kabuklu bir meyve türüdür. Ekonomik açıdan en önemli ürünü meyveleridir.



Şekil 1. Türkiye'nin AB nezdinde tescillenen Cİ'leri (PDO, menşe adı) (Tarım ürünleri/Gıda)

1: TÜRKPATENT Menşe Adı Amblemi; 2: AB PDO Amblemi; 3: Araban Sarımsağı (TÜRKPATENT, 2020a); 4: Ayaş Domatesi (TÜRKPATENT, 2022a); 5: Aydın Kestanesi TÜRKPATENT, 2013a); 6: Aydın Memecik Zeytini (TÜRKPATENT, 2021a); 7: Aydın Memecik Zeytinyağı (TÜRKPATENT, 2020b); 8: Aydın Çam Fıstığı (TÜRKPATENT, 2021b); 9: Aydın İnciri (TÜRKPATENT, 2007a); 10: Bayramiç Beyazı (TÜRKPATENT, 2010a); 11: Bingöl Balı (TÜRKPATENT, 2022b); 12. Bursa Siyah İnciri/Bursa Siyahı (TÜRKPATENT, 2018a); 13: Bursa Şeftalisi (TÜRKPATENT, 2019a); 14: Edremit

Körfezi Yeşil Çizik Zeytini (TÜRKPATENT, 2015); 15: Edremit Zeytinyağı (TÜRKPATENT, 2017a); 16: Erzincan Tulum Peyniri (TÜRKPATENT, 2001a); 17: Ezine Peyniri (TÜRKPATENT, 2007b); 18: Gaziantep Menengiç Kahvesi /Gaziantep Melengiç Kahvesi (TÜRKPATENT, 2020c); 19: Gemlik Zeytini (TÜRKPATENT, 2005a); 20: Giresun Tombul Fındığı (TÜRKPATENT, 2001b); 21: Hüyük Çileği (TÜRKPATENT, 2021c); 22: Kırkağaç Kavunu (TÜRKPATENT, 2009); 23: Malatya Kaysısı (TÜRKPATENT, 2002); 24: Milas Yağlı Zeytini (TÜRKPATENT, 2019b); 25: Milas Zeytinyağı (TÜRKPATENT, 2016a); 26: Mut Zeytinyağı (TÜRKPATENT, 2018b); 27: Osmaniye Yer Fıstığı (TÜRKPATENT, 2003); 28: Safranbolu Safranı (TÜRKPATENT, 2011); 29: Suruç Narı (TÜRKPATENT, 2021d); 30: Çağlayancerit Cevizi (TÜRKPATENT, 2013b); 31: Taşköprü Sarımsağı (TÜRKPATENT, 2010b); 32: Yenice Ihlamur Balı (TÜRKPATENT, 2023a); 33: İpsala Pirinci (TÜRKPATENT, 2016b).

Meyveleri sofralık olarak değerlendirilebildiği gibi, farklı şekillerde işlenerek sanayide kullanılan bir hammaddedir. En başta gelen değerlendirme şekli taze tüketim dışında, kestane şekerciliğidir (TÜRKPATENT 2013a).

Aydın Memecik Zeytini

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 749 Tescil No ile 07.05.2021 tarihinde menşe adı ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Aydın Ticaret Borsası; Coğrafi Sınırı: Aydın ili. Aydın Memecik Zeytini *Olea europeae* L. türüne ait memecik çeşidi zeytin ağaçlarının meyvesidir. Memecik, Ege Bölgesi'nin en yaygın zeytin çeşididir. Genel olarak yağlık olarak değerlendirilmekle birlikte, erken hasat edildiğinde yeşil ve siyah sofralık olarak da değerlendirilir. Meyvenin uç kısmındaki ufak çıkıntı çeşide adını verir. Yağ ve et çekirdek oranı yüksektir. Ortalama meyve ağırlığı 4,78 g, et/çekirdek oranı 7,53, yağ içeriği %24,50'dir. Kilogramdaki meyve adedi, ortalama 200 adet/kg'dır (TÜRKPATENT 2021a).

Aydın Memecik Zeytinyağı

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 535 Tescil numarası ile 17.09.2020 tarihinde menşe adı ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Aydın Ticaret Borsası; Coğrafi Sınır: Aydın ili. Aydın Memecik Zeytinyağı (AMZY), Aydın ilinde yetişen Memecik çeşidi zeytinlerden elde edilen, yeşilden altın sarısına değişen renkte, meyve kokusunun yoğun olarak hissedildiği, acılığı ve yakıcılığı belirgin, natürel sızma zeytinyağıdır. AMZY toplam fenolik madde içeriği en az 100 mg/kg olmalıdır. Aydın ilinde Memecik zeytininden üretilen sızma zeytinyağları, zeytinyağının temel fenolik bileşiği olan luteolin bakımından zengindir (TÜRKPATENT 2020b).

Aydın Çam Fıstığı

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 803 Tescil numarası ile 16.07.2021 tarihinde menşe adı ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Aydın Ticaret Borsası; Coğrafi Sınır: Aydın ili. Aydın Çam Fıstığı; Aydın ilinde doğal olarak yetişen *Pinus pinea* L. ağacı kozalaklarının, hasattan sonra kabuğundan ayrılan ve zarından temizlenen, bir ucu sivri elipsoidi andıran ve endosperm kısmından elde edilen meyvedir. Açık-koyu krem renkte, ucu çok sivri, sivri ucu kirli sarıya yakın ve az dolgun gövdelidir. Kabuksuz olarak piyasaya sunulmakta ve yöresel olarak günar, kuner, küna, künar, küner, püste isimleriyle de adlandırılmaktadır (TÜRKPATENT 2021b).

Aydın İnciri

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 90 Tescil numarası ile 20.08.2007 tarihinde menşe adı ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Aydın Ticaret Odası; Coğrafi Sınır: Aydın iline bağlı tüm ilçeler ve köyleri. Aydın İnciri, *Ficus carica* (Anadolu inciri) Sarılop çeşidi olup sofralık ve kurutmalık olarak değerlendirilen incirdir. Yaş meyvenin ağırlığı ortalama 60-70 g, çapı 55-60 mm kadar, meyve şekli uzun ovaldir. Meyve indeks değeri (genişlik/uzunluk) 0,85 olup yuvarlak ve basıkça şekillidir. Meyve kabuğu ince, sarı renkli ve kolay soyulur özellikltedir. Yaş meyvenin ortalama pH değeri 5, toplam kuru madde %23-24 ve indirgen şeker %21'dir. Kuru meyve yuvarlakça, armutsu, ince kabuklu, sarımsı kahverengidir. Kilogramdaki meyve sayısı ortalama 35-65 adet olup nem oranı %26'dan düşük olmalı, aşırı kuru olmamalıdır (TÜRKPATENT 2007a).

Bayramiç Beyazı

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 157 Tescil numarası ile 17.09.2010 tarihinde menşe adı ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Bayramiç Ziraat Odası Başkanlığı; Coğrafi Sınır: Çanakkale İline bağlı Bayramiç İlçe ve köyleri. Kendine özgü rengi, tadı, kokusu ve aroması ile diğer nektarin çeşitlerine göre kısmen daha uzun süre dayanıklı ve yüksek fiyatlı bir nektarin çeşididir. Bayramiç Beyazı nektarinlerinin yörede tamamen çekirdekten yetiştirilmesi nedeniyle belirgin bir varyasyon ortaya çıkmıştır. Bayramiç Beyazı nektarin ağaçları morfolojik özellikler bakımından şeftali ve diğer nektarinlere çok benzer ancak meyve özellikleri bakımından büyük farklılıklar vardır (TÜRKPATENT 2010a).

Bingöl Balı

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 1237 Tescil numarası ile 07.07.10.2022 tarihinde menşe adı ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Bingöl Üniversitesi; Coğrafi Sınır: Bingöl ili. Bingöl Balı polifloral çiçek balıdır. Rengi açık amberden koyu ambere kadar değişebilir. Petekli, karakovan ve süzme bal olarak üretilir. Üretimde, *Apis mellifera* anatoliaca, *A. mellifera* caucasica, *A. mellifera* meda ırkları ile melezleri kullanılır. Coğrafi sınırın bitki örtüsü çeşitliliği, yaylaların ortalama yüksekliğinin uygunluğu (1500- 2000 m), yaz döneminin serin geçmesi ve çiçeklenme süresinin uzaması arıcılık faaliyetleri açısından Haziran ayından Ekim ayına kadar kullanılabilecek konaklama sahalarının oluşmasını sağlamaktadır. Bingöl'de ağır sanayi işletmesinin olmaması, toprak ve su kaynaklarının temiz kalmasını sağlamıştır (TÜRKPATENT 2022b; Çakır ve Çakmakçı 2024).

Bursa Siyah İnciri / Bursa Siyahı / Siyah Bursa İnciri

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 391 Tescil numarası ile 14.11.2018 tarihinde menşe adı ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: S.S Bursa Bölgesi Tarım Kooperatifleri Birliği; Coğrafi Sınır: Cİ Sicil belgesinde belirtilen Gemlik, Karacabey, Kestel, Mustafa Kemal Paşa, Mudanya, Nilüfer, Orhangazi, Osmangazi, Nilüfer İlçeleri sınırlarındaki köyler. Bursa Siyah İnciri "Dürdane" çeşidinden üretilir. Koyu mor renkli bir dış kabuğu, kırmızı et rengi ve iri boyutlu (55–65 mm genişliğe sahip) bir incirdir. Bursa İlinde yetiştirilmekte ve taze olarak tüketilmektedir. İncirlerin tozlaşma yöntemi bölgeye özgü bir özellik gösterir. Bursalı üreticilerin geleneksel bilgilerinin de etkisi ile üretilen siyah incirler iri boyutlu, düzgün şekilli ve tatlıdır. Bursa'da yetiştirilen siyah incirler diğer bölgelerde yetişenlerden daha iri, daha koyu renkli ve duyusal kalitesi daha üstündür (TÜRKPATENT 2018a).

Bursa Şeftalisi

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 430 Tescil numarası ile 03.05.2019 tarihinde menşe adı ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: S.S Bursa Bölgesi Tarım Kooperatifleri Birliği; Coğrafi Sınır: Gürsu, İnegöl, Kestel, Nilüfer, Osmangazi, Yenişehir, Yıldırım, Merkez'in Cİ Sicil belgesinde belirtilen köyleri. "Bursa şeftalisi" AB tarafından korumalı menşe adı (PDO) statüsü verilen özel bir şeftali türüdür. Bu şeftali, AB'den bu önemli onayı alan Türkiye'nin ilk şeftalisi, Bursa'nın ise Gemlik zeytininin ardından AB tarafından tanınan ikinci ürünüdür TÜRKPATENT 2019a).

Edremit Körfezi Yeşil Çizik Zeytini

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 189 Tescil numarası ile 31.07.2015 tarihinde menşe adı ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Edremit Ticaret Odası; Coğrafi Sınır: Edremit Körfezi, Kazdağı ve Madra Dağının Ege Denizine bakan yamaçlarında, Bababurnu'ndan başlayıp Madra Çayına kadar olan kısımdır. Zeytingiller familyasına (*Olea europea*) ait Edremit Zeytini'nden üretilen Edremit Körfezi Yeşil Çizik Zeytini (EKYÇZ), Edremit Körfezi'nde rakımı 50-250 m arasında eğimi %5-6 civarında zeytinliklerde yetiştirilmiş olan aşılı bitkilerden elde edilen meyvelerdir. EKYÇZ, kendine has hazırlama ve işleme yöntemine sahiptir. Meyve büyüklüğü orta, yuvarlağa yakın şekilli, silindirik, boyuna ve enine simetriktir. Ucu düz veya yuvarlakça olup meme yoktur. Sap cebi ortası derin, dar, mekik şeklinde kenarı girintili çıkıntılıdır. Yeşil meyve rengi puslu, tipik zeytin yeşili rengindedir. Olgun meyve et rengi: Kabuk altı vişne renginde olup, çekirdeğe doğru açılır ve krem rengini alır (TÜRKPATENT 2015).

Edremit Zeytinyağı

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 273 Tescil numarası ile 13.12.2017 tarihinde menşe adı ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Edremit Ticaret Odası; Coğrafi Sınır: Balıkesir ili Edremit ilçesini de içerisine alan; kuzeyde Kaz Dağları, batıda Çanakkale ili Ayvacık ilçesine bağlı Küçükkuyu Beldesi ile Edremit ilçesi sınırında bulunan ve Çanakkale-Balıkesir il sınırı kesişme noktasını da teşkil eden Mıhlı Çayı, doğuda Havran ilçesi dâhil olmak üzere yine Balıkesir iline bağlı olan Burhaniye ilçesi sınırları ile çevrelenen alan. Edremit Zeytinyağı, belirtilen coğrafi sınırda yetiştirilen Ayvalık çeşidi zeytinlerden üretilen natürel sızma zeytinyağıdır. Edremit Zeytinyağında; burun ve geniz yoluyla hissedilen meyvemsilik özelliklerinden (çağla badem, golden elma, vanilya, çiçekler, muz kabuğu, çimen, yeşil, yeşil meyvemsi, fındık, taze ceviz, olgun meyvemsi, yumuşak meyvemsi, enginar, domates) en az biri veya birden fazlası aynı numunede mutlaka bulunmaktadır (TÜRKPATENT 2017a).

Erzincan Tulum Peyniri

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 30 Tescil numarası ile 29.08.2001 tarihinde menşe adı ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Erzincan Ticaret ve Sanayi Odası; Coğrafi Sınır: Erzincan ilinin 1500 m ve daha üzeri rakımlı yaylaları. Erzincan Tulum peyniri, beyaz ve/veya krem rengi, yüksek yağ oranı, tereyağımsı tadı, yarı sert dokusu ve kolay ufalanan, belirgin asidik tatta olan bir peynir çeşididir. yapısıyla öne çıkar (Çakmakçı 2011). 2000 yılında Türk Patent Enstitüsü (TPI) tarafından coğrafi işaret statüsü alan bu peynir , Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından tescil edilen ilk peynirdir. Diğer peynir türlerine kıyasla, Tulum peynirinin olgunlaşma süreci daha uzundur (Şengül ve Çakmakçı 2003; Çakmakçı, 2011; Çakır ve Çakmakçı, 2018**).** Üretim ve olgunlaştırma süreçleri Hayaloglu vd. (2007), Çakmakçı (2011) ve Çakır vd. (2016) tarafından detaylı olarak tartışılmıştır. Erzincan Tulum Peynirinin ayırt edici özelliklerini; koyun sütü ile kuzu veya buzağı şirdeninden geleneksel olarak üretilmiş peynir mayası ve Kemah tuzu tuzu kullanılması ile gıdayla temasa uygun ambalaj malzemesine veya keçi ve koyun derisi tulumlara sıkıca basılarak üretilmesi sağlar (TÜRKPATENT 2001a).

Ezine Peyniri

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 86 Tescil numarası ile 10.04.2007 tarihinde menşe adı ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Ezine Peynirini ve Mandıracılarını Koruma, Geliştirme ve Tanıtma Derneği; Coğrafi Sınır: Çanakkale iline bağlı Ezine, Bayramiç, Ayvacık ilçeleri, Çan ilçesine bağlı Şerbetli, Etili, Ahlatlıburun, Küçüklü, Alibeyköy ve Söğütalan köyleri ve Merkez ilçesine bağlı Karacaören, Kurşunlu, Şerbetli ve Kirazlı köyleri. Ezine Peyniri, üretim bölgesini kapsayan coğrafi sınır içindeki Kaz Dağından etkilenen endemik bitki örtüsü, iklimi ve su

kaynakları ile beslenen koyun, keçi ve inek sütlerinin mevsimine göre; koyun sütü %35-45, keçi sütü en az %40, inek sütü en fazla %25 oranlarında karıştırılarak Mart ve Ağustos ayları içinde üretilen tam yağlı peynirdir. Ezine Peyniri beyazımsı açık sarı renkte olup, orta sertlikte kırılgan olmayan bir yapıya sahiptir. Peynir kitlesinde küçük çaplı az sayıda gözenek bulunur. Peynirin erimesini ve dağılmasını önleyerek olgunlaşma sonucunda suyunu kolayca dışarıya vermesini sağlayan deniz tuzu kullanılır. Üretiminde koyun, keçi ve inek sütlerinin karışımı, doğal şirden mayası ve deniz tuzu dışında hiçbir katkı yoktur (TÜRKPATENT 2007b).

Antep Menengiç Kahvesi / Gaziantep Menengiç Kahvesi / Antep Melengiç Kahvesi / Gaziantep Melengiç Kahvesi

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 627 Tescil numarası ile 16.12.2020 tarihinde menşe adı ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Gaziantep Büyükşehir Belediyesi; Coğrafi Sınır: Gaziantep ili. Gaziantep ilinin dağlık kesimde yabani olarak yetişen menengiçlerin (melengiç) (*Pistacia terebinthus* L.) kavrulup öğütülmesiyle elde edilen macun şeklindeki kahve ikamesidir. Yağ içeriği yüksek olup kafein içermez. Macun haline gelen ürün cam kavanoza konulur. Yağ bakımından çok zengin olduğundan, ürün yüzeyinde yağ tabakası görülebilir, kullanımdan önce karıştırılarak homojen hale getirilir. Süt ile kısık ateşte karıştırarak kaynayıncaya kadar pişirilen kahve geleneksel olarak kapaklı bakır fincanda sunulmaktadır (TÜRKPATENT 2020c) .

Gemlik Zeytini

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 76 Tescil numarası ile 03.10.2005 tarihinde menşe adı ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Gemlik Ticaret Borsası; Coğrafi Sınır: Bursa ili Gemlik, İznik, Orhangazi ve Mudanya ilçeleri. Gemlik Zeytini (GZ), bordodan siyaha kadar değişen renkte, ince kabuklu, meyve eti kalın, küçük ve eliptik çekirdekli, daneleri bütün olan sofralık zeytindir. GZ, Oleaceae familyasının *Olea europeae* L. türüne ait Gemlik, Gemlik 21 ve Gemlik 27 çeşitlerinin olgun meyvelerinden üretilir. GZ, olgun zeytinlerin su ve deniz tuzuyla harmanlanıp granit taşlarla baskı uygulanarak üretilen "salamura" yöntemiyle veya deniz tuzu ya da kaya tuzu kullanılarak üretilen "sele" yöntemiyle işlenir. Zeytinin işlenmesinde deniz veya kaya tuzu kullanılması durumunda bu zeytinler "kuru sele" olarak adlandırılır. Zeytinin işlenmesinde tuzun yanı sıra mısır yağı veya ayçiçek yağı da kullanılabilir. Bu durumda zeytinler "yağlı sele" olarak adlandırılır. GZ %28-35 oranında yağ içerir.GZ bir alkali işlem görmeden doğal olarak fermente edilir (TÜRKPATENT 2005a).

Giresun Tombul Fındığı

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 31 Tescil numarası ile 18.02.2001 tarihinde menşe adı ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: S.S. Fındık Tarım Satış Kooperatifleri Birliği; Coğrafi Sınır:

Giresun ili ile Trabzon'un Beşikdüzü ve Vakfıkebir ilçelerine kadar olan sahil şeridi. Giresun Tombul Fındığı kabuk rengi parlak kahverengi, loblu, ucu hafif tüylüdür. İç meyve kendine özgü tat ve çok lezzetli, kavrulup yendiğinde damakta bıraktığı kendine özgü aroması, ve tadı diğer çeşitlerde olmayan farklı bir özelliktir (TÜRKPATENT 2001b). .

Hüyük Çileği

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 722 Tescil numarası ile 13.04.2021 tarihinde menşe adı ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Hüyük İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğü; Coğrafi Sınır: Konya ili Hüyük ilçesi. Hüyük Çileği, Albion, San Andreas, Sweden ve Portola çeşitlerinden elde edilen bir çilektir. Meyve düzgün şekilli, orta-büyük irilikte ve orta-sert tekstürdedir. Meyve ağırlığı 20-26 g olup kendine özgü bir lezzet ve aromaya sahiptir. Şeker/asit oranı yaklaşık 8,5, toplam fenolik madde içeriği 2500-3000 mg GAE/kg, toplam monomerik antosiyanin içeriği 600-1000 mg S3G/kg ve DPPH radikalini indirgeme aktivitesi 8000-12000 mg TE/kg'dır. İlçe topraklarının ağır metalce fakir olması, çevresel kirleticilerin az olması vb. nedenlerle meyve ağır metal içermemektedir (TÜRKPATENT 2021c).

Kırkağaç Kavunu

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 107 Tescil numarası ile 12.01.2009 tarihinde menşe adı ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Kırkağaç Belediye Başkanlığı; Coğrafi Sınır: Kırkağaç merkez ovası başta olmak üzere, Bakır, İlyaslar, Karakurt, Gelenbe Kasabaları, Bostancı, Ali fakı, Alacalar, Gebeler, Yağmurlu, Musa hoca, Küçük yaya, Öveçli, Işıklar, Kuyucak, Söğüt alan, Hamitli köyleri. Taze tüketime ve özellikle Ocak ayı başına kadar depolanabilme özelliğine sahip Kırkağaç kavunu, hem tescilli çeşitler olarak hem de Kırkağaç ilçesi ve köylerinde yetiştirilen populasyonlardan seçilmiş bireyler, coğrafi sınırdaki toprak ve uygun ekolojik faktörler (sulama yapılmaması gibi) nedeniyle Kırkağaç kavunu en iyi verim ve lezzete ulaşmaktadır. Kırkağaç kavununun tarihsel özelliği bulunmaktadır. Her yıl 12 Eylül de Kırkağaç'ın kurtuluşu etkinlikleri kapsamında Kırkağaç Kavun Festivali düzenlenmektedir (TÜRKPATENT 2009).

Malatya Kayısısı

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 32 Tescil numarası ile 26.02.2002 tarihinde menşe adı ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Malatya Ticaret ve Sanayi Odası; Coğrafi Sınır: Malatya ili ve ilçeleri, Baskil (Elazığ), Gürün (Sivas), Gölbaşı (Adıyaman), Elbistan (Kahramanmaraş).*Prunus armeniaca* L. türüne ait olan Malatya kayısısının başlıca çeşitleri: Hacıhaliloğlu, Hasanbey, Kabaaşı, Soğancı, Çataloğlu ve Çöloğlu'dur. Malatya Kayısısının yaş meyve, kuru meyve ve çekirdeğinin özellikleri detaylı olarak Cİ tescil belgesinde verilmiştir.

Çekirdek tadı hepsinde tatlı olup kuru meyvesinin rengi sarı, nem oranı % 20-25 aralığında ve kurumaddesi 75-80 aralığındadır (TÜRKPATENT 2002).

Milas Yağlı Zeytini

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 446 Tescil numarası ile 28.08.2019 tarihinde menşe adı ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Milas Ticaret ve Sanayi Odası; Coğrafi Sınır: Muğla ili Milas ilçesi. Milas Yağlı Zeytini, Milas ilçesinde yetişen Memecik çeşidi zeytin ağaçlarından toplanan, bütün haldeki olgun zeytinlerin salamura edilmesiyle elde edilir. Serbest asitlik (oleik asit cinsinden) değeri en çok %1 olan zeytinyağı ile üstü kapatılarak hazırlanan sofralık yağlı zeytindir. Meyvemsiliğinde turunç, portakal, mandalina ve limon aroma kokuları hakimdir. Milas Yağlı Zeytini hazırlanırken işlenerek tatlandırılmış zeytin danelerinin üstünü tamamen örtecek şekilde, bol miktarda zeytinyağı konulması ürünün öne çıkan özelliklerinden olup ürünün aroması üzerinde ve tazeliğini, lezzetini kaybetmeden uzun süreli dayanmasında etkilidir. Zeytin meyvesinin olgunluk derecesine göre rengi dönük/pembe zeytin sınıfında olup tuzluluk, acılık ve asitlik tadı ön plandadır (TÜRKPATENT 2019b).

Milas Zeytinyağı

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 201 Tescil numarası ile 06.12.2016 tarihinde menşe adı ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Milas Ticaret ve Sanayi Odası; Coğrafi Sınır: Muğla ili Milas ilçesi. Milas Zeytinyağı, natürel sızma özellikte olup, Milas iklimi ve toprak koşullarında üretilen Memecik çeşidi zeytininin kullanılmasıyla diğer zeytinyağlarından ayrılmaktadır. Yağmur sularıyla olgunlaştığı için tanesi küçük bu zeytin çeşidinden, verimi yüksek, sarı-yeşil arası renkte, orta değerde meyvemsi aromaya sahip üst sınıf bir natürel zeytinyağı yağ elde edilir. Genizde oldukça hafif bir yanma, ağızda yine çok hafif bir acılık hissettirir. Meyvemsiliğinde dikkat çeken özellikleri turunç, portakal mandalina ve limon aroma kokularının hakim olmasıdır. Meyve çeşitliliğinin sağladığı "olueropein" zenginliği açığa çıktığından, natürel zeytinyağında bulunması gereken acılık damakları yormadan hissedilir (TÜRKPATENT 2016a).

Mut Zeytinyağı

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 367 Tescil numarası ile 17.07.2018 tarihinde menşe adı ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Mut Ticaret ve Sanayi Odası; Coğrafi Sınır: Mersin ili Mut ilçesi. Mut zeytinyağının, ağıza alındığında damakta ve dil ucunda hafif ve geçici bir acılık ve yakıcılık hissi bırakması, zeytinyağlarında aranılan üstün bir özelliği olup, Mut Zeytinyağının ağızda oluşan yeşil meyvemsi ve acılık özelliği diğer zeytinyağlarından ayırt edici özelliğidir. Ekim ayında olgunlaşan zeytinlerden erken hasat olarak elde edilen zeytinyağlarının aroması

daha belirgin, renk daha koyu ve daha yoğun kıvamdadır. Depolama şartlarına göre 2 yıl veya daha fazla sürede depolanabilmektedir (TÜRKPATENT 2018b).

Osmaniye Yer Fıstığı

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 54 Tescil numarası ile 18.06.2003 tarihinde menşe adı ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Osmaniye Ticaret Borsası; Coğrafi Sınır: Osmaniye il sınırları içi. Yerfıstığı; tohumlarında %45-60 yağ, %20-30 protein, %18 karbonhidrat, vitaminler ve mineral maddeler içeren, özellikle yağ sanayi ve çerez yapımında, sapı, kuru ot ve kabuğu çeşitli amaçlarla değerlendirilen bir baklagil bitkisidir. 32 türü tespit edilen yer fıstığının bir kısmı tek yıllık, bir kısmı çok yıllıktır. Yerfıstığı, meyvelerini toprak içerisinde oluşturan baklagillerden tek yıllık bir yağ bitkisidir. Türkiye'de verim dünya ortalamasının 2 katından daha fazladır (TÜRKPATENT 2003).

Safranbolu Safranı

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 144 Tescil numarası ile 18.03.2011 tarihinde menşe adı ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Safranbolu Esnaf ve Sanatkârlar Odası; Coğrafi Sınır: Karabük ili Safranbolu ilçesi (TÜRKPATENT 2011). Safranbolu Safranı 1. sınıf safran standardının üzerinde, Safranbolu yöresine ait tıbbi ve aromatik bitkisel üründür. Çiçekleri mor renkli ve 6 adet taç yapraktan oluşan safran bitkisi ortalama 7-8 adet çiçek verir. Çiçek; üç adet erkek organ, bir adet dişi organ, yumurta borusu ve tepecik (stigma)'den oluşur. Stigma parlak koyu kırmızı (kiremit) renktedir. Bitkinin yararlanılan kısmı üç parçalı tepecik kısmıdır. Safran olarak bilinen kısım, bu dişi organdır. Ağırlığının 100 bin katı kadar boyama özelliği olan safran, Dünyada üretilen diğer safranlardan, renk, aroma ve renklendirme özelliği bakımından daha yüksek kalitededir. 1000 yıldır üretimi yapılmaktadır (TÜRKPATENT 2011). Dünyanın en pahalı baharatı olan safran üretiminin artırılması için safranın önemi ve karlılığının bilinmesi, sadece üretildiği yerin sosyo-ekonomik gelişimi için değil, ülke ekonomisi için de büyük önem taşıması nedeniyle çiftçilere yeni teşvikler getirilmesi gereklidir Çakmakçı ve Çakmakçı 2018).

Suruç Narı

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 812 Tescil numarası ile 27.07.2021 tarihinde menşe adı ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Suruç Belediyesi; Coğrafi Sınır: Şanlıurfa ili. Latince tür adı *Punica granatum* L. olan Suruç Narı; renk ve lezzeti ile meşhurdur. Kabuk rengi sarı ana fon üzerinde kırmızı ve pembe renk tonlarında, iri ve orta irilikte, orta ince ve elastik bir kabuk yapısına sahip, pembe-açık kırmızı renkte, iri ve kolay tanelenme özelliktedir. Yumuşak çekirdekli ve mayhoş-tatlı tadından dolayı genellikle sofralık olarak tüketilir. Suruç Narının

meyve suyu randımanı en az % 45, tatlı nar (sitrik asit cinsinden titrasyon asitliği % 1'den az) ve mayhoş nar (sitrik asit cinsinden titrasyon asitliği % 1-2 arasında) grubunda yer alır. Şekil olarak, tam olarak yuvarlak olmayıp, sap ve taç ekseni üzerinden hafif basıktır. Suda çözünebilir kuru madde miktarı en az % 15, fenolik madde içeriği en az 1300 mg/L olup en fazla bulunabilen üç fenolik bileşik sırasıyla kuarsetin, kafeik asit ve kateşindir (TÜRKPATENT 2021d).

Taşköprü Sarımsağı

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 135 Tescil numarası ile 15.06.2010 tarihinde menşe adı ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Taşköprü Belediyesi; Coğrafi Sınır: Kastamonu ili Taşköprü ilçesi. Taşköprü Sarımsağının ayırt edici özellikleri; baş kabuk renginin beyaz, başta dişlerin sıkı, diş kabuk renginin pembe, diş et renginin krem-sarı olmasıdır. Başın iriliği yetiştirme koşullarına bağlıdır ve ortalama ağırlığı 15-65 g arasındadır. Ortalama baş çapı 25-70 mm, ortalama diş ağırlığı 2-3 g'dır. Baştaki dişlerin dizilişi dağınık olup baştan kabuğun ayrılması zordur. Kokusu keskindir ve kurumadde oranı %35-%46 arasındadır. Kendine özel acılığı ve kokusu vardır. Diğer sarımsaklara nazaran daha acıdır. Kurumadde içeriği ortalama %35-%46 arasında olduğundan uzun süre depolanabilir. Taşımaya dayanıklıdır (TÜRKPATENT 2010b).

Yenice Ihlamur Balı

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 1456 Tescil numarası ile 22.08.2023 tarihinde menşe adı ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Yenice Kaymakamlığı; Coğrafi Sınır: Karabük ili Yenice ilçesi. Yenice Ihlamur Balı (YIB); coğrafi sınır içerisindeki alanlara özgü bitki örtüsünde, başta ıhlamur ve diğer çiçekli bitkilerden salgılanan nektarların, arılar tarafından toplanmasıyla üretilen bir çiçek balıdır. YIB; kaynağına göre çiçek balı sınıfında, üretim ve/veya pazara sunuş şekline göre süzme ve/veya petekli bal şeklinde üretilir ve tüketiciye sunulur. YIB üretiminde genel olarak Kafkas Arısı (*Apis mellifera* caucasica) ve Anadolu Arısı (*Apis mellifera* anatoliaca) ırkı arılar kullanılır. YIB üründeki ıhlamur türlerine ait toplam polen içeriği; uygun iklim ve yetiştiricilik koşullarında ortalama %8 olup %5'in altına düşmez. Polen temsiliyeti bakımından az olan unifloral türlerin kaynağıyla ıhlamur balı olarak isimlendirilir (TÜRKPATENT 2023a).

Çağlayancerit Cevizi

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 175 Tescil numarası ile 30.07.2013 tarihinde menşe adı ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Çağlayancerit Ziraat Odası; Coğrafi Sınır: Kahramanmaraş İli Çağlayancerit Merkez İlçesi, Boylu Köyü, Bölükdamlar Köyü, Emiruşağı Köyü, Kale Köyü, Küçükcerit Köyü, Soğukpınar Köyü, Oruçpınar Köyü, Zeynep Uşağı Köyü, Küçüküngüt Köyü,

Bozlar ve Helete Beldesi. Çağlayancerit Cevizi, Kahramanmaraş ilinin Çağlayancerit ilçesinin yerli çeşidi olup; dolgun gövdeli, ekstra irilikte, açık sarı iç renginde, yumuşak yapılı ve kolay kırılarak içi tüm olarak çıkarılabilen, antraknoza ve iç kurduna dayanıklı, meyve verimi yüksek bir cevizdir (TÜRKPATENT 2013b).

İpsala Pirinci

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 196 Tescil numarası ile 02.05.2016 tarihinde menşe adı ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Keşan Ticaret ve Sanayi Odası; Coğrafi Sınır: Edirne ili İpsala ilçesinde, güneyde Enez ilçe sınırından başlayarak kuzeyde Sarıcaali Köyüne kadar uzanan ova ile Gala Gölünden kuzeydoğuya doğru Koyuntepe Köyünün altına kadar uzanan ova. İpsala Ovasında yetişen çeltiklerden elde edilen pirinçler iri tane yapılı, camsı ve mat görünüştedir. Tane uzunluğu 6.2 - 7.1 mm, genişliği ise 2.6-3.1 mm arasındadır. Pirinç 1000 tane ağırlığı 24 ile 32 g arasındadır. Başka yörelerde yetişen çeltiklerden elde edilen pirinçlere göre daha mat ve koyu görünüştedir. Türkiye'de tüketiciler tarafından tercih edilen pirinçler uzun ve geniş tane yapısında, tanelerde beyaz, tebeşirsi alan bulunmayan ve camsı mat görünüşteki pirinç ürünleridir. Pilavı farklı bir lezzet ve aromaya sahiptir (TÜRKPATENT 2016b).

Mahreç İşareti Tescillenmiş Ürünler

Türkiye'nin AB nezdinde tarım/gıda alanında mahreç işareti ile tescillenmiş 13 adet ürünü bulunmaktadır (GIview 2025a) Bu ürünler hakkında özet bilgiler Tablo 2'de özetlenmiş ve tanınmalarına yardımcı olacak görseller, daha çok Cİ tescil belgelerinden alınarak Şekil 2'de gösterilmiştir. AB tarafndan mahreç işareti ile tescillenmiş 13 adet ürün ise alfabetik sırayla: Afyon Pastırması, Afyon Sucuğu, Antakya Künefesi, Antep Baklavası/Gaziantep Baklavası, Antep Fıstık Ezmesi/Antepfıstığı Ezmesi/Gaziantep Fıstık Ezmesi, Antep Lahmacunu, Bursa Kestane Şekeri, Hatay Kaytaz Böreği, Manisa Mesir Macunu, Maraş Tarhanası, Maraş Çöreği, Silifke Yoğurdu, Söke Pamuğu'dur (TÜRKPATENT 2025; GIview 2025a).

Tablo 2. AB nezdinde Cİ "mahreç işareti" (Protected Geographical Indication, PGI) tescilli gıda/tarım ürünlerinin tescil bilgileri (GIview 2025b).

Ürün Adı / Dosya No	Tescil Tarihi	Ürün Adı / Dosya No	Tescil Tarihi
Afyon Pastırması/ PGI-TR-03216	19/03/2024	Hatay Kaytaz Böreği PGI-TR-02900	28/01/2023
Afyon Sucuğu PGI-TR-03215	19/03/2024	Manisa Mesir Macunu PGI-TR-02893	05/01/2023
Antakya Künefesi PGI-TR-2451	14/03/2019	Maraş Tarhanası PGI-TR-02611	01/06/2020
Antep Baklavası/ Gaziantep Baklavası/ PGI-TR-08-781	10/07/2009	Maraş Çöreği PGI-TR-02598	16/03/2020
Antep Fıstık Ezmesi/ Antepfıstığı Ezmesi/ Gaziantep Fıstık Ezmesi	29/11/2023	Silifke Yoğurdu PGI-TR-02895	11/01/2023

PGI-TR-03045			
Antep Lahmacunu PGI-TR-03044	01/12/2023	Söke Pamuğu PGI-TR-03016	02/10/2023
Bursa Kestane Şekeri PGI-TR-02808	22/10/2021		

Afyon Pastırması

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 73 Tescil numarası ile 02.08.2005 tarihinde mahreç işareti adı ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Afyon Ticaret Odası; Coğrafi Sınır: Afyon ili. Afyon Pastırması üretiminde; sığır veya manda karkaslarından alınan parça etler, teknolojisine uygun olarak kürleme ve yıkama işlemlerinden sonra baskılama ve kurutma işlemlerine tabi tutulup çemenlendikten sonra yeniden kurutulur. Afyon Pastırması, kürlenmiş ve kurutulmuş et ürünüdür. Afyon Pastırmasının çemeni; buy otu tohumu unu, toz kırmızıbiber ve sarımsak karışımının tuz ve su ile karıştırılıp hamur haline getirilmesi ile Türk Gıda Kodeksine uygun olarak hazırlanır (TÜRKPATENT 2005b).

Afyon Sucuğu

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 74 Tescil numarası ile 02.08.2005 tarihinde mahreç işareti ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Afyon Ticaret Odası; Coğrafi Sınır: Afyon ili.

Afyon Sucuğunun üretiminde en az %15 manda eti olmak şartı ile geri kalan kısım için sığır karkas eti kullanılır. Manda etinin kullanımı Afyon Sucuğunun önemli ayırt edici özelliklerinden biridir (TÜRKPATENT 2005c).

Antakya Künefesi

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 101 Tescil numarası ile 05.09.2008 tarihinde mahreç işareti ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Antakya Ticaret ve Sanayi Odası; Coğrafi Sınır: Hatay ili Antakya, Samandağ, Yayladağ, Altınözü, Kumlu, Belen, İskenderun, Arsuz, Kırıkhan, Payas, Dörtyol, Hassa ve Erzin ilçeleri. Antakya Künefesi, Türkiye'de üretilen sınırlı sayıdaki peynirli tatlılardan biri olup sıcak olarak tüketilir. Üretiminde tel kadayıf, taze künefelik peynir, tereyağı ve şerbet kullanılır. Yayvan tepsi içinde iki tel kadayıf tabakası arasında künefelik peynirin pişirilmesi ve istenilen tatlılıkta şerbetin eklenmesi yapılır. Ürün yaklaşık 1-2 cm kalınlığında ve daireseldir. Antakya Künefesi tüketilirken içindeki peynirin liflenerek uzaması beklenir. Diğer peynirli tatlılardan şekil, renk, yapı, bileşim, hazırlanma ve tüketim şekli bakımından farklıdır. Örneğin Antakya Künefesinin alt ve üst yüzeyleri ayrı ayrı pişirilir ve şerbet ilavesi künefenin pişirilme işleminden sonra yapılır (TÜRKPATENT 2008a).

Antep Baklavası / Gaziantep Baklavası

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 95 Tescil numarası ile 04.01.2008 tarihinde mahreç işareti ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Gaziantep Sanayi Odası; Coğrafi Sınır: Gaziantep İli.

"Antep Baklavası" geleneksel Türk mutfağına ait bir tatlıdır. Gaziantep'te babadan oğula, ustadan çırağa öğretilerek, üretim şekli ve lezzeti ile ev yapımı baklavalardan farklılaşmıştır. Ürün çok ince hamur katmanları arasına fıstık ve kaymak konularak pişirilip, üzerine şerbet ilave edilerek elde edilir. Ürün yaş ve kuru olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Kuru ile yaş arasındaki fark, raf ömrünü uzatmak için, kuru baklavanın, kaymak kullanılmadan sadece hamur katmanları arasında fıstık kullanılarak üretilmesidir. Antep Baklavası, imalat tarzı ve kullanılan Antep Fıstığı ile ülke genelindeki ünü ile Gaziantep ile özdeşleşmiştir. (TÜRKPATENT 2008b).

Antep Fıstık Ezmesi / Antepfıstığı Ezmesi / Gaziantep Fıstık Ezmesi

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 237 Tescil numarası ile 20.11.2017 tarihinde mahreç işareti ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Gaziantep Ticaret Borsası; Coğrafi Sınır: Gaziantep İli. Antep Fıstık Ezmesi, Gaziantep İline özgü uzun yıllardan beri yapılan bir tatlıdır. Erken hasat edilmiş Antep fıstığının (boziç) şeker ile belirli miktarlarda karıştırılması ile hazırlanmaktadır. Antep Fıstık Ezmesinin ayırt edici özelliği ezme üretiminde kullanılan Antep fıstığı ve üretim metodudur. Kullanılacak Antep fıstıklarının Antep Fıstığı Coğrafi İşareti Tescilinde belirtilen ölçütlere uyması ve "boziç" olması gerekmektedir. Antep Fıstık Ezmesi üretmek için öncelikle Antep fıstıklarının normal olgunluk döneminden önce hasat edilmesi ve yeşil içe sahip olması aranılan bir özelliktir (TÜRKPATENT 2017b).

Antep Lahmacunu / Gaziantep Lahmacunu

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 236 Tescil numarası ile 20.11.2017 tarihinde mahreç işareti ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Gaziantep Ticaret Borsası; Coğrafi Sınır: Gaziantep İli. Antep Lahmacununda / Gaziantep Lahmacununda, zırh ile çekilerek kıyma haline getirilmiş kuzu eti, sarımsak, maydanoz, taze biber, domates, tuz, karabiber ve kırmızı pul biber kullanılır, ancak soğan içermez. Özel olarak hazırlanmış taş fırınlarda pişirilir. Antep Lahmacunu / Gaziantep Lahmacunu, yağ oranı % 20-24 olan %35-40 oranında kuzu eti içerir. Tercihen 12-14 aylık erkek kuzunun döş ve kaburga etleri kullanılır (TÜRKPATENT 2017c).

Bursa Kestane Şekeri

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 652 Tescil numarası ile 20.01.2021 tarihinde mahreç işareti ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Bursa Ticaret ve Sanayi Odası; Coğrafi Sınır: Bursa ili. Bursa Kestane Şekeri; kestane meyvesinin kabuklarının soyulması ve şurup içinde pişirilerek şekerlendirilmesi ile elde edilen bir üründür. Bursa'da 1900'lü yılların başından itibaren meşhur Şekerciler Çarşısı'nda kestane şekeri üretilmeye başlanmıştır. O dönemde Ankara'dan Bursa'ya gelen heyetler, dönüşte Atatürk'e kestane şekeri götürmüşlerdir. Kestane şekerinin

üretim merkezi uzun yıllar Bursa olduğundan coğrafi sınır ile ün bağı bulunur. Bursa Kestane Şekerinde meyve oranı en az %63-71 ve şuruplu kestane şekerinde meyve oranı en az %60 olmalıdırBursa Kestane Şekerinin üretiminde, kolay soyulabilen, ince kabuklu kestaneler kullanılır. Kabuk renginin çok koyu olmaması tercih edilir. Bursa Kestane Şekerinin rengi kehribar ve sarımsıdır (TÜRKPATENT 2021e).

Hatay Kaytaz Böreği

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 1053 Tescil numarası ile 23.03.2022 tarihinde mahreç işareti ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: İskenderun Ticaret ve Sanayi Odası; Coğrafi Sınır: Hatay ili. Hatay Kaytaz Böreği; kare veya daire şeklindeki hamurun içine kıyma, soğan, nar ekşisi, pul biber ve karabiberden oluşan harç konulduktan sonra fırında pişirilen bir börek çeşididir. Hatay Kaytaz Böreği hamurunun içi yumuşak dışı çıtırdır. Hatay ilinin mutfak kültüründe önemli bir yere sahip olup geçmişi eskiye dayanmakta, coğrafi sınır ile ün bağı bulunmaktadır (TÜRKPATENT 2022c).

Manisa Mesir Macunu

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 334 Tescil numarası ile 21.03.2018 tarihinde mahreç işareti ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Manisa'yı Mesir'i Tanıtma ve Turizm Derneği; Coğrafi Sınır: Manisa. Manisa Mesir Macunu 41 çeşit baharat ve bitkiden oluşan bir macun çeşididir. Osmanlı Padişahı Kanuni Sultan Süleyman'ın annesi Hafsa Sultan Manisa'da hastalanınca, Sultan Camii Medresesi'nin başına getirilen Merkez Efendi bitki ve baharatların karışımından oluşan bir macun hazırlar. Bu macunu yiyerek sağlığına kavuşan Hafsa Sultan hastalara bu macunun verilmesini ister. Halktan gelen isteğin artması üzerine kağıtlara sardırılan macunun kendi yaptırdığı Sultan Camii'nin kubbe ve minarelerinden halka saçılmasını ister. O tarihlerden beri halk her 21 Mart günü Sultan Camii'nin önünde kendiliğinden toplanır ve bu tarih Manisa Mesir Şenlikleri olarak kutlanmaktadır. 477 yıldır süren bu gelenek Manisa Mesir Macunu'nun kültürel miras listesine girmesini sağlamıştır (TÜRKPATENT 2021c).



Şekil 2. Türkiye'nin AB nezdinde tescillenen Cİ'leri (PGI, mahreç işareti) (Tarım ürünleri/Gıda)
1: TÜRKPATENT Mahreç İşareti Amblemi; 2: AB PGI Amblemi; 3: Afyon Pastırması (TÜRKPATENT, 2005b); 4: Afyon Sucuğu (TÜRKPATENT, 2005c); 5: Antakya Künefesi TÜRKPATENT, 2008a); 6: Antep Baklavası / Gaziantep Baklavası (TÜRKPATENT, 2008b); 7: Antep Fıstık Ezmesi (TÜRKPATENT, 2017b); 8: Bursa Kestane Şekeri (TÜRKPATENT, 2021e); 9: Antep Lahmacunu (2017c); 10: Hatay Kaytaz Böreği (2022c); 11: Manisa Mesir Macunu (2018c); 12. Maraş Tarhanası (2012); 13: Maraş Çöreği (2018d); 14: Silifke Yoğurdu (2022d); 15: Söke Pamuğu (2023b).

Maraş Tarhanası

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 154 Tescil numarası ile 23.02.2012 tarihinde mahreç işareti ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Kahramanmaraş Ticaret Borsası; Coğrafi Sınır: Kahramanmaraş ili. Maraş tarhanası, yapım teknolojisinde uygulanan bazı farklı işlem basamakları, doğal katkıları ve tüketilme alışkanlıkları nedeniyle Türkiye'nin değişik yörelerindeki tarhanalardan ayrılmaktadır. Genellikle un ve yoğurttan yapılan toz haldeki tarhana sadece çorba olarak tüketilmektedir. Dövme ve yoğurttan yapılarak çığ üzerine ince bir şekilde serilip kurutulan Maraş Tarhanası, 1. Yarı kurumuş (firik) halinde, 2. Kurumuş halde ve çerez gibi, 3. Çorba halinde, 4. Sıcak haldeki et veya kelle suyuna ıslanarak, 5. Yağda kızartılarak, 6. Islanmış tarhana yağda soğanla kavrularak, 7. Sıcak sac üzerinde gevretilerek. 8. Fırınlanarak tüketilir. Maraş Tarhanası üretiminde yoğurdun pişirilmemesi ve baharat olarak içine kekik ile isteğe bağlı olarak çörek otu, ceviz, badem, biber, vb. baharatların katılması, ayırt edici özelliklerdendir (TÜRKPATENT 2012).

Maraş Çöreği

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 361 Tescil numarası ile 13.06.2018 tarihinde mahreç işareti ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Kahramanmaraş Büyükşehir Belediye Başkanlığı; Coğrafi Sınır: Kahramanmaraş İli Sınırları. Maraş çöreği yöresel bir çörek çeşidi olup bileşimi ve yapılış tekniği ile Kahramanmaraş'a özgüdür. Maraş Çöreği, özellikle Ramazan ayında üretilmekte, 30 yıldır ticari olarak işletmelerde de üretilmektedir. Çöreğin en önemli özelliği; taş fırında pişmesi, yivli gürgen merdane ile hamur bezelerinin açılması ve hamur bezelerinin merdane ile en fazla 15 cm açılmasıdır (TÜRKPATENT 2021d).

Silifke Yoğurdu

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 1022 Tescil numarası ile 07.02.2022 tarihinde mahreç işareti ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Silifke Ticaret ve Sanayi Odası; Coğrafi Sınır: Mersin ili Silifke ilçesi. Silifke Yoğurdu; esas olarak keçi sütünden üretilen ancak keçi sütünün azaldığı dönemlerde %80 inek sütü + %20 keçi sütü karışımı da kullanılabilen, toprak kaplarda veya çingillerde (bakraç veya helke) mayalanan fermente bir süt ürünüdür. Silifke Yoğurdunun üretiminde, yörede karakeçi olarak da isimlendirilen kıl keçisinin sütü kullanılır. Silifke Yoğurdu yüksek kurumadde ve yağ içeriğinden dolayı kıvamlı olup ağızda kremsi bir his bırakır. Keçi sütünün yağ globüllerinin boyutlarının inek sütü yağ globüllerinden küçük olması nedeniyle daha beyazdır. Silifke Yoğurdu, sütünün odun ateşinde kaynatılması nedeniyle tütsü aromasına sahiptir. Ancak bu aroma, endüstriyel üretimde kaynatma işleminin kızgın buhar ile yapılması nedeniyle oluşmaz (TÜRKPATENT 2022d).

Söke Pamuğu

Türkiye'de TÜRKPATENT tarafından 1381 Tescil numarası ile 08.06.2023 tarihinde mahreç işareti ile tescillenmiştir. Tescil Ettiren: Söke Ticaret Borsası; Coğrafi Sınır: Aydın ili Söke ilçesi. Söke Pamuğu; Gloria, Claudia, Carmen, Deltapine, Julia, Lydia, Beyaz Altın, DP396, Famosa, Nazilli 84 tohum çeşitleri kullanılarak Aydın'ın Söke ilçesinde üretilen pamuktur. Az çepelli, sarılık değeri düşük, parlak ve uzun liflidir. Söke Pamuğundan elde edilen iplikler ince ve dayanıklıdır. Piyasaya, tohumlarından ayrıldıktan sonra pres makinelerinde balyalanarak arz edilir (TÜRKPATENT 2017b).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Türkiye, dünyanın Cİ potansiyeli yüksek ülkelerinden biridir. Bu fırsat doğru ve etkili bir şekilde avantaja dönüştürülmelidir. Gelişmeler ve güncel bilgiler TÜRKPATENT'ten takip edilmelidir. Türkiye'de Cİ kavramının anlaşılması, Cİ'in önemi ve getirdiği haklar gibi konularda büyük emek sarf etmiş, bu alanda canı gönülden çalışmış/çalışan, Yöresel Ürünler

ve Coğrafi İşaretler Türkiye Araştırma Ağı" (YÜciTA)'nın kurucusu ve başkanı olan Prof. Dr. Yavuz Tekelioğlu'nun "Coğrafi işaretler ve Türkiye uygulamaları" başlıklı makalesinde Cİ uygulamalarında tescil öncesi ve tescil sonrası karşılaşılan sorunlar ve çözüm önerileri dikkate alınmalıdır. Türkiye'nin AB nezdinde tescillenmiş ürünlerinin Türkiye'de kalitesi ve üretimde orijinalliği korunmalı ve sürdürebilmek için denetimler mutlaka ve hakkıyla yapılmalıdır. Coğrafi İşaretler Enstitüsü mutlaka kurulmalıdır (Tekelioğlu 2022). Ürünler için ayırt edici özelliklerin uygunlukları, ürünlerin denetimini yapacak AB standartları ölçüsünde akredite olan bağımsız, tarafsız ve donanımlı özel denetim kuruluşları ivedilikle kurulmalıdır (Tekelioğlu 2022). Önemli olan hususun tescil belgesi almak değil; kaliteli, nitelikli ve coğrafyası ile orijinal ürünlerin tescil alması ve sonrasında ise etkili bir denetim ve izlenebilirlik ile bu ürünlerde standart üretim sürekliliği ve kalite kontrolü sağlanmalıdır (Tekeloğlu 2019). Ancak önemli bir husus olarak da Türkiye'de Cİ potansiyeli yüksek bazı tarımsal ürünler ve yöresel gıdaların çeşitli nedenlerle (yapılaşma, sanayi, iklim değişikliği, doğal afetler vb.) sürdürülebilirlik riskine karşı, devlet ve yetkili kurumlarca alınabilecek önlemlerin, hiç vakit geçirmeden yerine getirilmesi kaçınılmazdır.

KAYNAKLAR

Çakmakçı, S. (2011). Türkiye peynirleri (19. Bölüm s 585-614). In: Peynir Biliminin Temelleri (Editörler: A.A. Hayaloğlu ve B. Özer). Sidas Medya, s. 643.

Çakmakçı, S., Çakmakçı, R. (2018). Attention to saffron (*Crocus sativus* L.) with various aspects and possibility of growing in Kastamonu. International of Congress on Engineering and Life Science (ICELIS, 26-29 April 2018, Kastamonu, Türkiye).

Çakmakçı, S., Salık, M.A. (2022). Erzurum'un coğrafi işaret tescili almış ürünleri: Güncel bir bakış ve öneriler. ATA-Gıda Dergisi, 1 (2), 0010.

Çakmakçı, S., Kızıltunç, R. (2023). Yusufeli'nin coğrafi işaret potansiyeli yüksek gıdaları. Geleceğin İnşası Adına III. Yusufeli Sempozyumu. Editörler: Fikret Sözbilir ve Fatma Nalbant, ISBN : 978 - 625 - 94258 - 0 – 1. Yusufeli Belediyesi Yayınları Birinci Baskı, Aralık 2023, 247-253.

Çakmakçı, S., Çakır, Y., Salık, M.A. (2024). Türkiye'de coğrafi işaret potansiyeli yüksek bazı gıdaların sürdürülebilirlik riskine karşı alınabilecek önlemler: Yusufeli örneği. 6. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu; 7-9 Kasım 2024, Mersin. Bildiri Kitabı, s: 35.

Çakır, Y., Çakmakçı, S., Hayaloğlu, A.A. (2016). The effect of addition of black cumin (Nigella sativa L.) and ripening period on proteolysis, sensory properties and volatile profiles of Erzincan Tulum (Şavak) cheese made from raw Akkaraman sheep's milk. Small Ruminant Research 134, 65-73.

Çakır, Y., Çakmakçı, S. (2018). Some microbiological, physicochemical and ripening properties of Erzincan Tulum cheese produced with added black cumin (*Nigella sativa* L.). Journal of Food Science and Technology, 55 (4), 1435-1443.

Çakır, Y., Çakmakçı, S. (2024). Türkiye'nin AB tescilli ilk balı "Bingöl Balı" ve Türkiye'nin coğrafi işaretli ballarına genel bir bakış. 6. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu; 7-9 Kasım 2024, Mersin. Bildiri Kitabı, s: 150-160.

GIview (2025a). Search for Geographical Indications across the European Union and beyond. https://www.tmdn.org/giview/ (Erişim: 19.11.2025).

GIview (2025b). https://www.tmdn.org/giview/gi/search (Erişim: 23.11.2025).

GMO (2022). Coğrafi İşaretler Gıda Mühendisinin Rolü-Tanımlar- Değerlendirmeler- Öneriler. (Gıda Mühendisleri Odası, Kitaplar Serisi – 45) 1. Baskı: ISBN: 978-605-01-1523-9, KARMATSAN Basım Yayın Matbaacılık

Hayaloglu,A.A., Cakmakci,S., Brechany, E.Y., Deegan, K.C. McSweeney, P.L.H. (2007). Microbiology, biochemistry, and volatile composition of Tulum cheese ripened in goat's skin or plastic bags. Journal of Dairy Science, 90(3), 1102-1121.
Mevzuat (2016). Sınai Mülkiyet Kanunu, 6769 sayılı (22.12.2016) https://www.mevzuat.gov.tr/MevzuatMetin/1.5.6769.pdf
Şengül, M., Çakmakçı, S. (2003). Characterization of natural isolates of lactic acid bacteria from Erzincan (Savak) Tulum cheese. Milchwissenschaft, 58 (9/10): 510-513.
Tekelioğlu, Y. (2019). Coğrafi işaretler ve Türkiye uygulamaları. Ufuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 8 (15), 47-75.
Tekelioğlu, Y. (2022). Artan Ci Tescil Sayılarına Karşı YÜciTA Basın Bildirisi. https://www.yucita.org/ https://www.youtube.com/watch?v=tSnovL3RV6s (ErişimTarihi: 15.12.2025).
TÜRKPATENT (2001a). Erzincan Tulum Peyniri Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/37894
TÜRKPATENT (2001b). Giresun Tombul Fındığı Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/37899
TÜRKPATENT (2002). Malatya Kaysısı Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/37893
TÜRKPATENT (2003). Osmaniye Yer Fıstığı Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/37909
TÜRKPATENT (2005a). Gemlik Zeytini Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/37924
TÜRKPATENT (2005b). Afyon Pastırması Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/37935
TÜRKPATENT (2005c). Afyon Sucuğu Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/37934
TÜRKPATENT (2007a). Aydın İnciri Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/37933
TÜRKPATENT (2007b). Ezine Peyniri Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/37967
TÜRKPATENT (2008a). Antakya Künefesi Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/37968
TÜRKPATENT (2008b). Antep Baklavası / Gaziantep Baklavası Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/37952
TÜRKPATENT (2009). Kırkağaç Kavunu Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/37979
TÜRKPATENT (2010a). Bayramiç Beyazı Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/3803531:
TÜRKPATENT (2010b). Taşköprü Sarımsağı Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/38009
TÜRKPATENT (2011). Safranbolu Safranı Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/38008
TÜRKPATENT (2012). Maraş Tarhanası Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/38032
TÜRKPATENT (2013a). Aydın Kestanesi Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/38039
TÜRKPATENT (2013b). Çağlayancerit Cevizi Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/38058
TÜRKPATENT (2015). Edremit Körfezi Yeşil Çizik Zeytini Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/38130
TÜRKPATENT (2016a). Milas Zeytinyağı Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/38126
TÜRKPATENT (2016b). İpsala Pirinci Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/38065

TÜRKPATENT (2017a). Edremit Zeytinyağı Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/38284
TÜRKPATENT (2017b). Antep Fıstık Ezmesi Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/38244
TÜRKPATENT (2017c). Antep Lahmacunu Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/38260
TÜRKPATENT (2018a). Bursa Siyah İnciri/Bursa Siyahı Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/38556
TÜRKPATENT (2018b). Mut Zeytinyağı Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/37893
TÜRKPATENT (2018c). Manisa Mesir Macunu Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/38106
TÜRKPATENT (2018d). Maraş Çöreği Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/382253.
TÜRKPATENT (2019a). Bursa Şeftalisi Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/38589
TÜRKPATENT (2019b). Milas Yağlı Zeytini Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/38457
TÜRKPATENT (2020a). Araban Sarımsağı Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/130
TÜRKPATENT (2020b). Aydın Memecik Zeytinyağı Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/128
TÜRKPATENT (2020c). Gaziantep Menengiç Kahvesi /Gaziantep Melengiç Kahvesi Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/38351
TÜRKPATENT (2021a). Aydın Memecik Zeytini Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/642
TÜRKPATENT (2021b). Aydın Çam Fıstığı Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/610
TÜRKPATENT (2021c). Hüyük Çileği Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/1882
TÜRKPATENT (2021d). Suruç Narı Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/2344
TÜRKPATENT (2021e). Bursa Kestane Şekeri Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/405
TÜRKPATENT (2022a). Ayaş Domatesi Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/2802
TÜRKPATENT (2022b). Bingöl Balı Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/3068
TÜRKPATENT (2022c). Hatay Kaytaz Böreği Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/5083
TÜRKPATENT (2022d). Silifke Yoğurdu Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/4482
TÜRKPATENT (2023a). Yenice Ihlamur Balı Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/8244
TÜRKPATENT (2023b). Söke Pamuğu Cİ Tescil Belgesi. https://ci.turkpatent.gov.tr/cografi-isaretler/detay/5524
TÜRKPATENT (2025). Türkiye'nin Dijital Coğrafi İşaret Portalı. https://ci.turkpatent.gov.tr/
YÜciTA (2025). Yöresel Ürünler ve Coğrafi İşaretler Türkiye Araştırma Ağı http:// www.yucita.org/ (Erişim Tarihi: 15.12.2025)

BESİN GÜRÜLTÜSÜ ÖLÇEĞİ'NİN TÜRKÇE'YE UYARLAMASI: GEÇERLİLİK VE GÜVENİRLİK ÇALIŞMASI

Şeyma Nur ERCAN
Çankırı Karatekin University, Faculty of Health Science, Department of Nutrition and Dietetics
18200, Merkez, Çankırı
ORCID: 0000-0002-1533-4973
Mehmet KORKMAZ
Yozgat Bozok University, Akdagmadeni Health College, Department of Nursing
66300, Akdağmadeni, Yozgat
ORCID: 0000-0003-0241-2466
Tuğba YILDIRIM
Çankırı Karatekin University, Faculty of Health Science, Department of Nursing
18200, Merkez, Çankırı
ORCID: 0000-0003-0249-0309
Aycan KAYALAR
Consultation-Liasion Psychiatry Unit, Gazi University Health Practice and Research Center
06560, Yenimahalle, Ankara
ORCID: 0000-0003-0139-0365
Elif ALTUN
Yozgat Bozok University, Akdagmadeni Health College, Department of Nursing
66300, Akdağmadeni, Yozgat
ORCID: 0000-0001-7103-9891
Sevda UZUN
Kırşehir Ahi Evran University, Faculty of Health Science, Department of Nursing
40100 Merkez, Kırşehi
ORCID: 0000-0002-5954-717X

ÖZET

Son yıllarda obezite tedavisinde ağırlık kaybını desteklemek amacıyla kullanılan GLP-1 reseptör agonistlerine yönelik ilgi, hasta deneyimlerinde sıkça vurgulanan "besin gürültüsü" kavramı ile ilişkilendirilerek artış göstermektedir. Ancak, Türkiye'de bu kavramı psikometrik olarak belirleyecek geçerli ve güvenilir bir ölçüm aracı bulunmamaktadır. Bu çalışma, Diktas ve ark. (2025) tarafından geliştirilen "Besin Gürültüsü Ölçeği'ni" (FNQ) Türkçe'ye uyarlamak ve psikometrik özelliklerini değerlendirmek amacıyla planlanmıştır. Çalışmaya 18-65 yaş aralığında, beden kütle indeksi (BKİ) > 18.5 kg/m^2'nin olan, bariatrik cerrahi öyküsü bulunmayan ve antiobezite ilacı kullanmayan 605 birey dahil edilmiştir. Bireylere uygulanan anket; Sosyodemografik Form, Besin Gürültüsü Ölçeği (FNQ), Aşırı Besin İsteği Ölçeği (FCQ) ve Depresyon, Anksiyete, Stres Ölçeği-21'i (DASS-21) içermektedir. Yapılan analizler sonucunda maddelerin faktör yüklerinin 0,71 ile 0,83 arasında değiştiği saptanmıştır. Ölçeğin iç tutarlılık katsayılarının yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir. Sonuçlar daha yüksek düzeyde besin gürültüsünün daha fazla yiyecek isteği, yeme üzerindeki kontrolün azalması ve artan psikolojik sıkıntı ile ilişkili olduğunu göstermekte ve besin gürültüsü yiyecekle ilgili bilişsel

meşguliyetin geçerli bir ölçüsü olarak desteklemektedir. Besin Gürültüsü Ölçeği, Türkçe formunun psikometrik özellikleri yönünden geçerli ve güvenilir bir ölçüm aracı olduğu bulunmuştur. Ölçek, bireylerin yiyeceklerle ilgili bilişsel meşguliyetlerini ve besin gürültüsü seviyelerini ölçmek amacıyla beslenme ve psikoloji alanındaki klinik ve akademik çalışmalarda güvenle uygulanabilir.

Anahtar Kelimeler: Besin gürültüsü, glukagon benzeri peptid-1, obezite, yeme davranışı

TURKISH ADAPTATION OF THE FOOD NOISE QUESTIONNAIRE: A VALIDITY AND RELIABILITY STUDY

ABSTRACT

In recent years, interest in GLP-1 receptor agonists used to support weight loss in obesity treatment has increased, linked to the concept of ‘food noise’ frequently emphasised in patient experiences. However, there is no valid and reliable measurement tool in Turkey to psychometrically determine this concept. This study was designed to adapt the ‘Food Noise Questionnaire’ (FNQ) developed by Diktas et al. (2025) into Turkish and to evaluate its psychometric properties. The study included 605 individuals aged 18-65 years, with a body mass index (BMI) > 18.5 kg/m^2, no history of bariatric surgery, and not using anti-obesity medication. The questionnaire administered to the individuals included a Sociodemographic Form, the Food Noise Questionnaire (FNQ), the Food Craving Questionnaire (FCQ), and the Depression, Anxiety, Stress Scale-21 (DASS-21). The analyses revealed that the factor loadings of the items ranged between 0.71 and 0.83. The internal consistency coefficients of the scale were found to be high. The results indicate that higher levels of food noise are associated with increased food cravings, decreased control over eating, and increased psychological distress, supporting food noise as a valid measure of food-related cognitive preoccupation. The Food Noise Scale was found to be a valid and reliable measurement tool in terms of the psychometric properties of its Turkish form. The scale can be safely applied in clinical and academic studies in the fields of nutrition and psychology to measure individuals' cognitive preoccupation with food and their levels of food noise.

Keywords: Food noise, glucagon-like peptide-1, obesity, eating behaviour

ORGANİK GIDALARIN İNSAN/ÇEVRE SAĞLIĞI ÜZERİNE ETKİSİ VE SÜRDÜRÜLEBİLİK

Kübra ÖZAYDIN AL
Kayseri Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Organik Üretim Anabilim Dalı, 38280, Kayseri
ORCID ID: 0009-0004-9309-4604
Dr. Öğr. Üyesi Murat KAYA
Kayseri Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Organik Üretim Anabilim Dalı/Safiye Çıkrıkçıoğlu Meslek Yüksekokulu, Gıda Teknolojisi Programı
ORCID ID: 0000-0002-3181-2517

ÖZET

Sanayi Devriminden bu yana "Yeşil Devrim" politikaları ile gittikçe artan konvansiyonel tarım, yüksek verim elde edebilmek için sentetik pestisit, gübre ve GDO kullanımını arttırmıştır. Ancak bu süreç toprak verimliliğini azaltarak kimyasal kirlilik ve insan sağlığı üzerinde ciddi riskleri beraberinde getirmiştir. Konvansiyonel tarıma alternatif olarak geliştirilen organik tarım, insan sağlığına zararlı maddelerin kullanılmamasını amaçlamasının yanında ekosistem ve insan sağlığını koruma amaçlı ortaya çıkmış bir üretim modelidir. Bu çalışmada konvansiyonel üretime alternatif olarak geliştirilen organik gıdalarla beslenmenin insan sağlığı ve ekolojik devamlılık açısından etkileri, besin değerleri ve kimyasal zararları açısından literatür verileri ışığında incelenmiştir. Yapılan çalışmalar, organik ürünlerin konvansiyonel muadillerine göre pestisit kalıntısını %30 ve ağır metal kadmiyumu %48 azalttığını göstermektedir. Ayrıca, organik bitkisel gıdaların antioksidan içeriğinin, bitkilerin biyotik strese karşı savunma mekanizması nedeniyle %18-69 oranında daha yüksek olduğu görülmüştür. Hayvansal organik üretimdeyse, koruyucu, antibiyotik kullanımının yasak olması, insan sağlığı açısından antibiyotik dirençli bakteri (Süper Bakteri) gelişim riskini düşürdüğü yapılan çalışmalarda açıkça görülmektedir. Çocuk sağlığı üzerine yapılan klinik çalışmalar organik gıdalarla beslenmenin kimyasal maddelerin vücuda verdiği zararı kısa zamanda yok ettiğini göstermektedir. Ekolojik açıdan organik tarımın, toprağın verimini ve karbon tutma kapasitesini arttırması göz önünde bulundurulduğunda ekolojik sürdürülebilirlik için zorunlu bir tarım modeli olduğu söylenebilir. Sonuç olarak Organik gıda üretimi, sadece kişisel bir tüketim tercihi olmanın yanı sıra, ekolojik denge, insan sağlığı ve gıda güvenliği açısından büyük öneme sahiptir. Her ne kadar organik tarımın daha maliyetli olduğu düşünülse de konvansiyonel tarımın neden olduğu dış maliyetler göz önünde bulundurulduğu zaman organik gıda üretiminin uzun süreçte daha düşük maliyetli ve daha sağlıklı olduğu konusunda birçok çalışma bulunmaktadır. Organik tarım, sağlıklı bir gelecek için bir lüks değil, zorunluluktur.

Anahtar Kelimeler: Organik gıda, sağlık, beslenme, sürdürülebilirlik

THE EFFECT OF ORGANIC FOODS ON HUMAN/ENVIRONMENTAL HEALTH AND SUSTAINABILITY

ABSTRACT

Conventional agriculture, which has been increasing since the Industrial Revolution with "Green Revolution" policies, has increased the use of synthetic pesticides, fertilizers, and GMOs to obtain high yields. However, this process has brought along chemical pollution and serious risks to human health by reducing soil fertility. Organic agriculture, developed as an alternative to conventional agriculture, is a production model that emerged with the aim of protecting the ecosystem and human health, in addition to aiming not to use substances harmful to human health. In this study, the effects of nutrition with organic foods, developed as an alternative to conventional production, on human health and ecological sustainability are examined in terms of nutritional values and chemical harms in the light of literature data. Previous studies show that organic products reduce the risk of synthetic pesticide residues by 30% and the risk of heavy metal cadmium by 48% compared to their conventional counterparts. Furthermore, it is observed that the antioxidant content of organic plant-based foods is 18% to 69% higher due to the defense mechanism of plants against biotic stress. In organic animal production, it is clearly seen in conducted studies that the prohibition of prophylactic antibiotic use reduces the risk of developing antibiotic-resistant bacteria (Superbugs) harmful to human health. Clinical studies conducted on child health show that nutrition with organic foods eliminates the harm caused to the body by chemical substances used in conventional foods in a short time. From an ecological perspective, considering that organic agriculture increases soil fertility and carbon sequestration capacity, it can be said that it is an essential agricultural model for ecological sustainability. In conclusion, organic food production is of great importance in terms of ecological balance, human health, and food safety, in addition to being just a personal consumption choice. Although organic agriculture is thought to be more costly, there are many studies stating that organic food production is lower cost and healthier in the long run when the external costs caused by conventional agriculture are taken into consideration. Organic agriculture is not a luxury, but a necessity for a healthy future.

Keywords: Organic food production, health, nutrition sustainability

1.GİRİŞ

İnsanoğlu için sanayi devrimiyle değişen yaşam şekli kentlerde yaşama kültürünü de beraberinde getirmiştir. Kentsel yaşam, 20. yüzyılda bitkisel ve hayvansal üretimin arttırılmasını gerektiren "Yeşil Devrim" politikalarının benimsenmesine yol açmıştır. Yeşil Devrim, birim alandan fazla verim elde edilmesini amaçlayan yüksek verimli çeşit ıslahı ve yapay kimyasalların kullanımını kapsayan üretim modelidir. Yüksek üretim verimi elde etmek için geliştirilen teknolojiler transgenik organizmalar (GDO) ve çevreye verilen kimyasal kontaminasyon kaynaklı tahribatlar gibi ciddi olumsuzlukları da beraberinde getirmiştir (Akgüneş, 2018). Günümüzde ulaşılan refah seviyesi sayesinde artık tüketiciler, sadece karın doyurmakla yetinmemekte, tükettikleri ürünlerin güvenilir olmasını da önemsemektedirler. Bu beklenti, "organik gıda üretimi" kavramını modern hayatımıza dahil etmiştir. Organik tarımsal faaliyetler artık dünyanın sürdürülebilirliği açısından hayati öneme sahip olmuştur (Kulaç ve ark., 2006).

Organik tarım dendiğinde ilk akla gelen tarımsal ilaç kullanılmaksızın üretim faaliyetleri gerçekleştirmektir. Ancak bunun yanında toprak verimliliğini garanti eden, sadece bitkisel ve hayvansal ürünler değil doğada yer alan her türlü biyolojik canlıların da yaşamını sürdürmesine katkı sağlayan bir oluşum olarak karşımıza çıkmaktadır. Bilinçli tüketicilerin organik ürünlere olan talebi gün geçtikçe artış göstermektedir. Artan organik üretim bilinci organik üretimle konvasiyonel üretim ürünleri arasındaki ayrımın da çok net hale getirilmesini zorunlu kılmaya başlamıştır. Ve bu durumda doğal olarak çeşitli güçlükleri de beraberinde getirmiştir.

Literatür çalışmaları organik gıdaların sağlık üzerine etkileri hakkında bize yoğun bilgi vermektedir. Öte yandan, literatürdeki en hararetli tartışmalardan biri organik gıdaların insan sağlığı üzerindeki etkileridir. Organik ürün tüketicileri, sağlık ve beslenme-besin arasındaki ilişkiyi iyi bilen, bu nedenle organik ürünleri tüketmeye yönelen kesimdir. Bilinçli tüketiciler için pestisit ve ağır metal bulaşılarından ari, biyoaktif maddece zengin, genetik özellikleri hakkında şüphe duyulmayan ürün birinci öncelik olmaktadır. Böylece sağlıklı olunabileceği öngörülmektedir. Bilimsel çalışmaların sonuçlarına bakıldığında organik ürünlerle beslenmenin kesin bir şekilde sağlıklı olmayı mümkün kıldığına dair garantisi olmadığını gösterir sonuçlarla karşılaşılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, öncelikle organik gıdalar ile beslenmenin sağlık üzerine etkilerinin incelenmesidir. Sonrasında ise, sağlıklı olduğu öngörülen organik ürünlerin insan sağlığına pozitif etkileri; besin değerleri, aksi durumda kimyasal maruziyetin sağlık üzerine

olumsuzlukları ve potansiyel sağlık faydaları çevresindeki araştırmaların her yönüyle değerlendirilmesidir.

1.1.Kavramsal çerçeve

Organik gıda, sözleşmeli, planlı, her aşamasında kayıt altına alınan, tarladan tüketiciye ulaşana dek kontrol edilen, sertifikalı, karşılıklı güven esasına dayanan tarımsal ürünleri ifade eder. Bu kapsamda ürünler kimyasal girdiler (pestisitler, hormonlar, sentetik gübreler) kullanılmadan elde edilir ancak organik tarım yalnızca girdilerin reddedilmesini amaçlamaz. Ekolojik sistemde hatalı uygulamalar sonucu kaybolan doğal dengeyi yeniden kurmayı, insana ve çevreye dost üretim sistemlerini tercih etmeyi de hedefler. Sentetik kimyasallar ve gübrelerin kullanımının yasaklanmasının yanında, organik ve yeşil gübreleme, münavebe, toprağın muhafazası, bitkinin direcini arttırma, parazit ve predatörlerden yararlanmayı tavsiye eder. Üretimde miktar artışı değil ürün kalitesindeki artış önemlidir.

Uluslararası Organik Tarım Hareketleri Federasyonu **(IFOAM)**, organik tarımı şu şekilde tanımlamaktadır: *"Toprak, ekosistem ve insan sağlığını sürdüren bir üretim sistemidir. Olumsuz etkileri olan girdilerin kullanımı yerine, ekolojik süreçlere, biyoçeşitliliğe ve yerel koşullara uyarlanmış döngülere dayanır"* (IFOAM, 2020).

Benzer şekilde, Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü **(FAO)** ve Dünya Sağlık Örgütü'nün **(WHO)** ortak oluşturduğu **Codex Alimentarius Komisyonu**, organik tarımı; biyolojik çeşitliliği, biyolojik döngüleri ve toprak biyolojik aktivitesini içeren, agro-ekosistem sağlığını teşvik eden ve geliştiren bütünsel bir üretim yönetim sistemi olarak tanımlar (FAO, 2021).

Genetiği değiştirilmiş organizmalar (GDO) teknolojisi ilk başlarda, veriminin daha yüksek olduğu, zararlılara ve hastalıklara karşı daha dirençli olduğu bunların da tarımsal verimi arttıracağı ve böylece artan dünya nüfusunun beslenme ihtiyacını karşılayacağı yönündeki teorilerle dünya genelinde artan nüfusun beslenme ihtiyacını karşılamak ve açlığı ortadan kaldırmak amacıyla umut vadeder nitelikteydi. Ancak, zaman içerisinde GDO'nun bu sorunların çözülmesinde tek başına yeterli olmadığı daha çok sosyoekonomik ve politik kökenlere dayalı bir yaklaşım olduğu anlaşılmıştır. Gıda güvensizliği ve açlık, genellikle eşitsiz gelir dağılımı, siyasi istikrarsızlık, iklim değişikliği, savaş ve çatışmalar gibi faktörlerin bir araya gelmesiyle ortaya çıkan karmaşık bir problemdir. Bilimsel çalışmalar, mevcut gıda üretiminin dünya nüfusunun beslenme ihtiyacını karşılayabileceğini ortaya koymaktadır, ancak gıda dağıtımında yaşanan sorunlar ve israf, milyonlarca insanın yetersiz beslenmesine sebep olmaktadır. Bu durum, GDO teknolojisinin tek başına açlık sorununu çözmekte yeterli

olamayacağını, gıda sistemindeki diğer sorunların çözümüne katkı sağlayabileceğini göstermektedir (Güngör ve Demiryürek, 2021).

Tüketicilerin sıklıkla karşılaştıkları ‘doğal’, ‘köy ürünü’ ‘yerli’ veya ‘katkısız’ gibi ifadeler ‘organik gıda’ ile eş anlamlı olduğunu düşündürüp yanılgıya düşürmektedir. Oysaki bu kavramlar organik gıda kavramından gerek yasal denetim süreçleri açısından gerekse gıda güvenliği ve garantisi açısından üretim süreçlerinde birbirinden ayrılırlar. Bir ürünün doğal olması o ürünün organik gıda üretim süreçlerindeki gibi sentetik girdilerin bulunmadığını garanti etmez. Organik gıdalarda ambalaj üzerinde yetkili logonun (Türkiye için ‘Türkiye Cumhuriyeti Organik Tarım Logosu’) yasal bir statü olarak bulunması zorunludur (Demiryurek, 2011).

"Organik", yasal olarak tanımlanmış, süreç odaklı bir sertifikasyon sistemidir. Bir ürünün organik olabilmesi için tarladan sofraya kadar her aşamalarının (tohum, gübreleme, hasat, paketleme) kayıt altına alınması ve yetkili kuruluşlarca denetlenmesi zorunludur (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2010).

Literatürde "Sağlık Halesi" etkisi olarak bilinen durum, tüketicilerin "doğal" kelimesini gördüklerinde o ürünün daha sağlıklı, düşük kalorili veya çevre dostu olduğunun düşünülmesidir. Hughner ve ark., (2007) tarafından yapılan kapsamlı bir literatür taramasında, tüketicilerin organik gıdayı satın alma isteklerinin başında sağlık gelse de, birçoğunun sertifikalı organik ürün ile pazardaki "doğal görünümlü" ürün arasındaki farkı anlayamadığı saptanmıştır (Hughner ve ark., 2007).

Bu durum, üreticilerin ürünlerini "organikmiş gibi" göstermek için ambalajlarda yeşil renkler, yaprak figürleri ve " %100 Doğal" gibi ifadeler kullanmasına, yani literatürdeki adıyla "Yeşil Aklama" (Greenwashing) yapmasına olanak tanımaktadır.

Türk Gıda Kodeksinin Gıda Etiketleme ve Tüketicileri Bilgilendirme Yönetmeliği Hakkındaki kılavuzda yer alan ürün etiketlerinde organik ve doğal kelimesinin kullanılma koşulları aşağıda gösterilmiştir.

Ürün etiketlerinde şartları sağlamak koşuluyla “doğal” ifadesi yerine natürel, tabii, fresh vb. terimler kullanılabilir. Organik olmayan gıda etiketlerinde marka adına sahip olunsa bile eco, biyo vb. isimlendirmeler kullanılamaz. Organikliği çağrıştıracak firma ismi etikette ön plana çıkartılamaz.

Doğal teriminin kullanım şartları: Hiçbir ilave bileşen içermeyen, tek bileşenden oluşan, fiziksel enzimatik veya mikrobiyolojik işlemlere tabi tutulan (Kimyasal işlemlere tabi tutulmayan), doğal yapısında önemli değişime uğramayan ürünler için “doğal” ifadesi

kullanılabilir. ÖRNEK: süt, yoğurt, çay, zeytinyağı, dondurulmuş/kurutulmuş meyve-sebze, bal, kahve vb. gibi. %100 doğal", "gerçek doğal", "hakiki doğal", "en doğal" vb. ifadeler kullanılamaz.

Organik teriminin kullanım şartları: Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik hükümlerine uygun olarak üretilen organik gıda ürünlerinin etiketlenmesinde "Organik" kelimesi kullanılır. Şekil 1'de gösterilen logo ürün etiketinde yer alır.



Şekil 1. Türkiye Cumhuriyeti örnek organik ürün logosu

Tablo 5. Doğal ve organik gıdaların farkları (Winter ve Davis, 2006)

Kriter	**Organik Gıda (Organic)**	**Doğal Gıda (Natural)**
Yasal Denetim	Bağımsız sertifikasyon kuruluşları tarafından denetlenir ve sertifikalanır.	Genellikle beyana dayalıdır, sıkı bir üretim denetimi yoktur.
Pestisit Kullanımı	Sentetik pestisit kullanımı yasaktır.	Üretim aşamasında sentetik pestisit kullanılmış olabilir.
GDO Kullanımı	Kesinlikle yasaktır.	Yasal bir kısıtlama yoksa GDO içerebilir.
Katkı Maddeleri	Çok sınırlı sayıda doğal katkı maddesine izin verilir.	"Doğal" tanımı gereği yapay katkı içermemelidir ancak tarımsal kalıntı içerebilir.
Etiketleme	Resmi "Organik Tarım Logosu" zorunludur.	Logo zorunluluğu yoktur, "Doğal", "Naturel" gibi pazarlama ifadeleri kullanılır.

1.2.Konvansiyonel ve organik gıda arasındaki temel farklar

Organik gıdayı tam anlamıyla anlamlandırabilmek için, günümüzde dünya çapında gıda üretiminin %98'inden fazlasını oluşturan konvansiyonel (geleneksel/endüstriyel) tarım sistemi ile arasındaki farkları kesin bir şekilde ifade etmek gerekmektedir. Konvansiyonel tarım, II. Dünya Savaşı sonrası "Yeşil Devrim" ile yaygınlaşan, birim alandan en yüksek verimi almayı

hedefleyen, makineleşme ve sentetik kimyasal girdilere dayalı bir üretim modelidir. Organik ve konvansiyonel üretim arasındaki farklar, temel olarak üretim felsefesi, kimyasal girdiler ve besin bileşenleri başlıkları altında toplanabilir.

2. METOD

Bu çalışmada daha önce gerçekleştirilen araştırmalardan elde edilen veriler ışığında organik ürünlerin sağlık üzerinde etkileri irdelenecektir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Organik tarım, konvansiyonel tarımın *"sonuçları ne olursa olsun maksimum üretim"* anlayışının aksine, *"Optimum kalite ve sürdürülebilirlik"* ilkesine dayanır. Literatürde sıklıkla *"zorluk"* veya *"düşük verim"* olarak nitelendirilen organik üretim süreçleri, aslında gıda güvenliği ve kalitesini ve toprağın geleceğini garanti eden zorunlu ve bilinçli tercihlerdir. Bu bölümde, organik üretimin sağlık üzerine etkilerinin, konvansiyonel sisteme göre üstünlükleri sebepleri ile analiz edilmiştir.

3.1.Kimyasal girdiler ve pestisit kalıntıları

İki sistem arasındaki en bariz fark, üretimde kullanılan kimyasal girdilerdir.

Konvansiyonel Üretim: Zararlılarla mücadelede sentetik pestisitler (böcek öldürücüler), herbisitler (ot öldürücüler) ve bitkinin büyümesini hızlandırmak için kolay çözünen sentetik azotlu gübreler kullanılır.

Organik Üretim: Sentetik pestisit kullanımı yasaktır. Bunun yerine ekim nöbeti (rotasyon), yeşil gübreleme ve biyolojik mücadele (yararlı böceklerin kullanımı) yöntemleri tercih edilir.

Stanford Üniversitesi tarafından yapılan kapsamlı bir meta-analiz çalışmasında (343 çalışmanın incelenmesi), organik gıdaların pestisit kalıntısı içerme riskinin konvansiyonel gıdalara göre **%30 daha düşük** olduğu anlaşılmıştır (Smith-Spangler ve ark., 2012). Bunun yanında, konvansiyonel tarımda kullanılan sentetik azotlu gübreler, bitkilerde ve yeraltı sularında yüksek "Nitrat" birikimine neden olabilirken, organik ürünlerde nitrat seviyesinin önemli ölçüde daha düşük olduğu saptanmıştır.

3.2.Besin değeri ve ikincil metabolitler

"Organik gıdaların besleyiciliği daha yüksektir" iddiası bilim dünyasında uzun süre tartışmalara neden olmuştur. Güncel araştırmalar, iki üretim sistemi arasında makro besinler (karbonhidrat, protein, yağ) açısından çok büyük farklar olmasa da, mikro besinler (mineral ve vitaminler) ve biyoaktif bileşenler (karotenoidler, fenolik bileşikler vb.) açısından organik ürünlerin bu bileşenleri daha çok içerdiğini ortaya koymaktadır..

Baranski ve ark., (2014), organik meyve ve sebzelerin, konvansiyonel olanlara kıyasla %18 ile %69 oranında daha yüksek antioksidan (Polifenoller vb.) içerdiğini göstermektedir.. Bunun temel nedeni "Biyotik Stres" faktörüdür.: Organik bitkiler, sentetik ilaçlarla korunmadıkları için, zararlılarla mücadelede kendilerini savunabilmek için daha fazla savunma bileşiği (antioksidan) üretmek zorundadırlar (Barański ve ark., 2014).

3.3.Hayvansal üretim ve antibiyotik direnci

Hayvansal üretimdeki (et, süt, yumurta), farklar hayvan refahı ve ilaç kullanımı ile belirgin hale gelir.

Antibiyotik Kullanımı: Konvansiyonel hayvancılıkta, hastalıkları önlemek ve büyümeyi teşvik etmek için yoğun antibiyotik kullanılmaktadır. Bu durum, "antibiyotik dirençli bakterilerin" gelişimine yol açarak insan sağlığını tehdit etmektedir. Organik hayvancılıkta ise koruyucu antibiyotik kullanımı yasaktır; yalnızca veteriner hekim kontrolünde hayvan hastalandığında kullanılabilir ve bu hayvanın ürünü arınma süresi dolmadan piyasaya sunulamaz (Gomiero, 2018).

Besleme: Konvansiyonel sistemde GDO'lu yemler (soya, mısır) yaygın olarak kullanılırken, organik sistemde GDO yasaktır ve hayvanlar %100 organik yemlerle beslenmek zorundadır.

Tablo 6. Konvansiyonel ve organik gıdalar arasındaki temel farklar (Bourn ve Prescott, 2002)

Özellik	Organik Gıdalar	Konvansiyonel Gıdalar
Sentetik Pestisit Kalıntısı	Çok düşük; sentetik kimyasallar yasak	Daha yüksek; birçok pestisit kullanımına izin verilir
Gübreleme	Doğal gübreler (Kompost, hayvansal gübre)	Sentetik NPK gübreleri yaygın
Antioksidan ve Polifenol İçeriği	Genellikle daha yüksek	Genellikle daha düşük
Mikro Besinler	Bazı mineraller daha yüksek (Mg, Fe, Zn)	Değişken; toprak kaynaklı kayıplar olası
Yağ Asidi Profili (Hayvansal Ürünler)	Daha yüksek omega-3, daha iyi Ω6:Ω3 oranı	Daha düşük omega-3, daha yüksek omega-6
İşlenmiş Gıdalarda Katkı Maddeleri	Sınırlı; “temiz etiket” yaklaşımı	Daha fazla koruyucu, renklendirici, aroma verici
Antibiyotik Kullanımı	Rutin kullanım yasak	Rutin antibiyotik kullanımı daha yaygın
GDO Kullanımı	Yasak	Yaygın biçimde kullanılabilir
Çevresel Etki	Daha düşük kimyasal kirlilik, daha yüksek toprak kalitesi	Daha fazla kirlilik ve toprak bozulması riski

3.4. Toprak sağlığı ve "canlı toprak" prensibi

Organik tarımda toprak yaşayan-canlı bir organizmadır, konvansiyonel tarımda ise toprak sadece bitkinin ayakta durduğu cansız bir ortam olarak görülmektedir.

Sürdürülebilirlik Üstünlüğü: Konvansiyonel tarımda kullanılan sentetik gübreler ve pestisitler gün geçtikçe toprağı öldürerek, mikrobiyal yaşamın yok olmasına ve çoraklaşmasına sebep

olur. Buna karşılık organik tarımda kullanılan kompost, yeşil gübreleme ve münavebe gibi yöntemler, toprakta bulunan organik madde miktarını zenginleştirir. Organik tarım sistemleri toprağın su tutma kapasitesini arttırarak toprak erozyonunu ciddi oranda azaltmaktadır. Ayrıca iklim değişikliği açısından oldukça büyük bir önemi olan toprağın karbon tutma kapasitesini arttırma konusunda konvansiyonel tarıma göre çok daha iyi bir tarım üretim sistemidir (Reganold ve Wachter, 2016).

3.5. Emek yoğun üretim ve sosyal fayda

Konvansiyonel tarıma karşılık organik tarımın daha fazla işgücü gerektirmesi düşünülenin aksine ekonomik olarak bir zarar sağlamaz hatta sosyal açıdan bakıldığı zaman avantajlı bir üretim sistemidir.

- Kırsal Kalkınma ve İş Sağlığı: Konvansiyonel tarımda kullanılan makineler nedeniyle kırsal bölgelerde yaşayan insanların iş olanakları oldukça azalmıştır. İş olanaklarının azalmasının yanında daha büyük bir tehdit olarak konvansiyonel tarımda çalışan kişiler pestisit gibi birçok kimyasal maddeye maruz kalarak ciddi sağlık riski (Nörotoksitite vb.) altında bulunmaktadır (Grandjean ve Landrigan, 2006). Organik tarım sistemlerine geçiş sağlanarak kırsal bölgelerde yaşayan insanlar hem ekonomik hem de sağlık açısından daha avantajlı hale gelirler. Organik üretim sistemleri tüketici sağlığını korumasının yanı sıra üretici sağlığını da önemseyen etik bir sistemdir (Pimentel ve ark., 2005).

Modern toplumlarda organik gıda tüketiminin tercih edilmesi kronik hastalıklardan kaçınılması açısından da halk sağlığını koruyucu önemli bir etkiye sahiptir. Organik beslenmenin insan sağlığına olan etkileri üç başlık altında toplanılabilir.

- Besin kalitesindeki üstünlük (pozitif girdiler),
- Kimyasal toksisiteden arınma (negatif girdilerin yokluğu) ve
- Spesifik sağlık risklerinin azaltılması.

3.5.1.Ağır metal ve kadmiyum riskinin azalması

Konvansiyonel tarımda kullanılan sentetik fosforlu gübreler insan sağlığına oldukça zararlı bir ağır metal olan Kadmiyum içermektedir ve bu tür gübrelerin aşırı kullanımı bitkilerde kadmiyum birikimine yol açmaktadır. Organik tarım ile üretilen tahıllarda konvansiyonel tarımda üretilen tahıllara göre %48 oranında daha az kadmiyum olduğu saptanmıştır (Barański ve ark., 2014). Kadmiyumun böreklerde birikmesi sonucu kanser riski oluşturması göz önüne alındığında kadmiyum içermeyen gıdaların üretilmesi hayati bir önem taşımaktadır.

3.5.2.Kimyasal maruziyet ve "kokteyl etkisi"nden korunma

Tüketicilerin organik gıda tüketmesinde olan en güçlü motivasyon konvansiyonel tarım ile üretilen gıdalarda bulunan pestisit kalıntılarına maruz kalmamaktır. Her ne kadar Maksimum Kalıntı Limitleri (MRL) yasalar ile belirlenmiş olsa da bu limitler tek bir ilacın etkisine bakılarak hesaplanmıştır ancak konvansiyonel gıdalarda birden fazla pestisit kalıntısı bulunabilir.

3.5.3.Vücut yükünün azaltılması

Organik beslenmenin vücuttan pestisit atımı açısından çok önemli olduğunu gösteren birçok klinik çalışma bulunmaktadır.

- Kanıt: ABD' de yapılan "CPHEA" çalışmasında, çocukların 5 gün boyunca konvansiyonel gıdalar yerine organik gıda ile beslendiklerinde idrarlarındaki organofosfat (toksik bir pestisit grubu) miktarının tespit edilemeyecek seviyelere kadar düştüğü görülmüştür (Lu ve ark., 2006). Bu çalışmanın sonuçlarından da anlaşılacağı gibi organik gıdalar ile beslenmenin vücuttaki toksik maddelerin temizlenmesinde hızlı ve etkili bir yöntem olduğu görülmektedir.

3.5.4.Spesifik sağlık yararları ve epidemiyolojik bulgular

Organik gıda ile beslenmenin hastalıklara yakalanma riskini önemli orada azalttığı, uzun vadeli ve kalabalık örneklem grupları üzerinde yapılan çalışmaların sonuçları ile de desteklenmektedir.

3.5.5.Kanser riski ve "nutrinet-santé" çalışması

Fransa'da yaklaşık 70000 katılımcı üzerinde gerçekleştirilen "NutriNet-Santé" çalışması organik gıda tüketiminin ile kanser riskini arttırıp arttırmadığını inceleyen en kapsamlı araştırmadır.

Bu araştırmanın sonucuna göre en çok organik gıda tüketen katılımcıların organik gıdayı az üreten katılımcılara kıyasla kanser riskinin %25 daha düşük olduğu görülmektedir. Özellikle Non-Hodgkin Lenfoma (%86 azalma) ve menopoz sonrası meme kanseri riskindeki düşüş dikkat çekicidir (Baudry ve ark., 2018). Araştırmacılar pestisit vücutta biriken kalıntılarının azalmasının kanser riskini önemli ölçüde engellediğini göstermektedir.

3.5.6.Çocuk sağlığı, gelişimi ve alerjiler

Çocukların vücut ağırlıklarına göre fazla miktarda gıda tüketmesi ve metabolizmaları halen gelişmekte olduğu için kimyasal maddelerden yetişkinliklere kıyasla daha fazla etkilendikleri görülmektedir.

- **Alerjik Duyarlılık:** Avrupa genelinde yapılan PARSIFAL çalışması, organik süt ve gıdalarla beslenen çocuklarda görülen egzama ve alerjik duyarlılık oranlarının, konvansiyonel gıda ile beslenenlere göre ciddi derecede düşük olduğunu göstermiştir (Kummeling ve ark., 2008).
- **Nörolojik Gelişim:** Hamilelik sürecinde vücuda alınan organofosfatlı pestisitler, çocuklarda düşük IQ ve dikkat eksikliği riskleri oluşturduğu bilinmektedir. Organik gıdalar ile beslenmek bu ciddi sağlık riskinin önüne geçerek çocuk sağlığı açısından büyük derecede önem taşımaktadır.

3.5.7.Antibiyotik direnci sorunu ve mikrobiyolojik güvenlik

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) yaptığı çalışmalara göre, antibiyotik direncinin toplum sağlığına yönelik en büyük tehditlerden biri olduğu görülmektedir. Konvansiyonel hayvancılıkta yoğun olarak kullanılan antibiyotikler, "Süper Bakterilerin" (ilaca dirençli bakteriler) üremesine neden olmaktadır.

- **Organik Farkı:** Konvansiyonel hayvancılığın aksine organik hayvancılıkta antibiyotik kullanımı mevzuatlarla yasaklanmıştır. Yapılan çalışmalarda konvansiyonel hayvancılıkla üretilen etlerde organik hayvancılık ile üretilen etlere kıyasla 4 kat daha fazla ilaca dirençli bakteri içerdiğini gösterilmektedir (Smith-Spangler ve ark., 2012). Organik et tüketimi antibiyotiklerin etkinliğinin artması konusunda önemli ölçüde katkı sağlamaktadır.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında, organik gıda yalnızca tüketim tercihi olarak değil, üretim süreçleri, yasal standartlar ve insan sağlığı açısından her yönüyle incelenmiştir. Literatür çalışmaları ile elde edilen bulgular. ve literatür verileri ile ulaşılan temel sonuçlar aşağıda tartışılmıştır.

İlk olarak “doğal” ve “organik” ifadelerinin genel düşünülenin aksine farklı olduklarını net bir şekilde ortaya konulmuştur. Doğal gıda etiketli ürünler yasal denetimden yoksun bir pazarlama stratejisi olmasına rağmen organik gıda tarladan çatala izlenebilirliği olan sertifikalı bir üretim sistemidir. Tüketicilerin ambalaj üzerindeki resmi logoların (Türkiye Cumhuriyeti Organik Tarım Logosu vb.) tek geçerli kriter olduğunu bilmeleri organik gıda ve doğal gıda farkını anlamakta büyük bir önem taşımaktadır.

İkinci olarak organik üretim sistemlerinin zorlukları ve düşük verimli olarak düşünülmesi negatif bir şey değil aksine kaliteli ürüne ulaşılmasının bir yöntemi olarak düşünülmelidir. Konvansiyonel tarımdaki aşırı verim artışı, bitkilerde bulunan besin değerlerini "Seyrelme Etkisi" yaratarak düşürdüğü Davis ve arkadaşları (2004) tarafından yapılan çalışmada açıkça

gösterilmiştir. Buna karşılık organik üretim kimyasal ek ürünleri kullanmayarak doğal savunma mekanizmalarını geliştirmekte ve antioksidan miktarını %69'a varan oranlarda arttırmaktadır. Organik gıdalar besin yoğunluğu açısından bakıldığı zaman miktar yerine vücuda sağlık katkısı açısından konvansiyonel gıdalara göre oldukça üstün bir üretim modelidir.

Üçüncü ve en kritik sonuç, organik gıda üretim süreçlerinin konvansiyonel üretim süreçlerine göre insan sağlığı üzerinde olan etkileri üzerine elde edilen bulgulardır. Çalışmada organik gıdalar ile beslenmenin vücuttaki toksik yükü azaltmada en etkili yöntem olduğu açıkça görülmektedir. Özellikle çocuklar üzerinde yapılan klinik çalışma sonuçları organik diyetlere geçişin vücuttaki pestisit kalıntılarını önemli ölçüde azalttığını göstermektedir. Ayrıca, NutriNet-Santé gibi geniş çaplı kohort çalışmaları, düzenli organik gıda tüketmenin kanser riskini büyük ölçüde azalttığını ortaya koymaktadır. Bu veriler ışığında organik gıdaların sadece temiz değil insan sağlığı açısından da koruyucu bir etkiye sahip olduğu görülmektedir.

Tartışılması gereken bir diğer boyut ise maliyet ve sürdürülebilirliktir. Organik gıdaların yüksek fiyatlandırılması genel düşüncelerin aksine gerçek maliyet göz önüne alındığında doğru bir karşılaştırılma olmadığı görülmektedir. Konvansiyonel tarımın neden olduğu toprak erozyonu, su kirliliği ve antibiyotik direnci gibi dışsal maliyetler topluma dolaylı vergiler ve sağlık masrafları olarak yansımaktadır. Organik tarım sistemler bu ek maliyetleri engelleyen ve gelecek nesillerin kaliteli ve sağlıklı gıdaya ulaşımını teminat altına alan sürdürülebilir bir sistemdir (Sandhu ve ark., 2008).

Oganik gıdaların yaygınlaşmasının önündeki en önemli engel maliyet yüksekliği değil, toplumun konuya bakış açısıdır. Organik ürünlerin yüksek fiyatları bu ürünlere düşük yada orta gelir düzeyindeki tüketicilerin o ürünlere ulaşımını kısıtlamakta, organik ürünleri yüksek gelir gurubundaki (Elit kesim) tüketiciler tarafından tüketilen ürün konumuna sokmaktadır. Organik gıdalar sağlık açısından olumsuz etkisi olmayan gıda olarak nitelendirilebilir ve sadece elit kesimin değil toplumun tüm kesiminin istediğinde ulaşabileceği bir gıda olmalıdır. Yüksek fiyat sorununun çözümü, üreticiden tüketiciye doğrudan bir tedarik sistemi kurmaktan geçmektedir. Bunun bir başka yolu da yerel yönetimler tarafından üreticilerin doğrudan tüketicilere satışlar yaptıkları organik pazar yerlerinin yaygınlaştırılması olabilir. Organik üretim önündeki bir başka engel güven sorunudur. Tüketiciler sistem olmasına karşın halen ürünlerin organik olması noktasında halen şüpheler taşımaktadırlar. Sistem tüketiciler tarafından takip edilebilecek şeffaflıkta olmalıdır.

Sonuç olarak; organik gıda üretimi, konvansiyonel tarımın sebep olduğu olumsuz çevre ve sağlık sorunlarına karşı kapsamlı çözüm olabilir. Artan dünya nüfusunu ihtiyacı olan gıda

kaynaklarını karşılamak adına geliştirilen GDO teknolojisi ve yoğun kimyasal kullanımı açlık sorununa çare olamamıştır. Asıl sorun üretilen gıda ve tarımsal ürünlerdeki üretim sonrası kayıplar ve israftır. Gıda israfının önlenmesi ve organik üretimin gerçekleştirilmesi ile ilgili bir entegre sistem dünya nüfusunu rahatlıkla doyurabilir. Bu bağlamda, dünyayı yönetenlerin organik tarımı üretimin desteklemeleri ve teşvik etmeleri, tüketicilerin de gıda tercihlerini organik ürünlerden yana kullanacak şekilde bilinçlendirilmeleri gerekmektedir. Organik tarım, bir lüks değil, sağlıklı bir gelecek için zorunluluktur.

KAYNAKÇA

Akgüneş, G. (2018). *Organik Gerçeği*. İstanbul: İstanbul Yayınevi.

Barański, M., Średnicka-Tober, D., Volakakis, N., Seal, C., Sanderson, R., Stewart, G. B., … Leifert, C. (2014). Higher antioxidant and lower cadmium concentrations and lower incidence of pesticide residues in organically grown crops: A systematic literature review and meta-analyses. *British Journal of Nutrition, 112*(5), 794-811. doi:10.1017/S0007114514001366

Baudry, J., Assmann, K. E., Touvier, M., Allès, B., Seconda, L., Latino-Martel, P., … Kesse-Guyot, E. (2018). Association of frequency of organic food consumption with cancer risk: Findings from the nutrinet-santé prospective cohort study. *JAMA Internal Medicine*, *178*(12), 1597-1606. doi:10.1001/jamainternmed.2018.4357

Bourn, D. ve Prescott, J. (2002). A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *42*(1), 1-34. doi:10.1080/10408690290825439

Demiryurek, K. (2011). Organik tarım kavramı ve organik tarımın dünya ve türkiye'deki durumu (the concept of organic agriculture and current status of in the world and turkey). *Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, *28*(1), 27-36.

FAO. (2021). Organic Agriculture: FAQ. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Gomiero, T. (2018). Food quality assessment in organic vs. Conventional agricultural produce: Findings and issues. *Applied Soil Ecology*, *123*, 714-728. doi:10.1016/j.apsoil.2017.10.014

Grandjean, P. ve Landrigan, P. J. (2006). Developmental neurotoxicity of industrial chemicals. *Lancet, 368*(9553), 2167-2178. doi:10.1016/S0140-6736(06)69665-7

Güngör, E. ve Demiryürek, K. (2021). Türkiye'de genetiği değiştirilmiş organizmalar. *Tarım Ekonomisi Araştırmaları Dergisi*, *7*(2), 140-154.

Hughner, R. S., McDonagh, P., Prothero, A., Shultz II, C. J. ve Stanton, J. (2007). Who are organic food consumers? A compilation and review of why people purchase organic food. *Journal of Consumer Behaviour*, *6*(2-3), 94-110. doi:10.1002/cb.210

IFOAM. (2020). Definition of Organic Agriculture. IFOAM - Organics International.

Kulaç, İ., Ağırdil, Y. ve Yakın, M. (2006). Sofralarimizdaki tatli dert, genetiği değiştirilmiş organizmalar ve halk sağliğina etkileri (the sweet trouble on our tables, genetically modified

organisms and their. *Türk Biyokimya Dergisi*, *31*(3), 151-155.

Kummeling, I., Thijs, C., Huber, M., van de Vijver, L. P. L., Snijders, B. E. P., Penders, J., … Dagnelie, P. C. (2008). Consumption of organic foods and risk of atopic disease during the first 2 years of life in the Netherlands. *The British Journal of Nutrition*, *99*(3), 598-605. doi:10.1017/S0007114507815844

Lu, C., Toepel, K., Irish, R., Fenske, R. A., Barr, D. B. ve Bravo, R. (2006). Organic diets significantly lower children's dietary exposure to organophosphorus pesticides. *Environmental Health Perspectives*, *114*(2), 260-263. doi:10.1289/ehp.8418

Pimentel, D., Hepperly, P., Hanson, J., Douds, D. ve Seidel, R. (2005). Environmental, Energetic, and Economic Comparisons of Organic and Conventional Farming Systems. *BioScience*, *55*(7), 573-582. doi:10.1641/0006-3568(2005)055%5B0573:EEAECO%5D2.0.CO;2

Reganold, J. P. ve Wachter, J. M. (2016). Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature Plants*, *2*, 15221. doi:10.1038/nplants.2015.221

Sandhu, H. S., Wratten, S. D., Cullen, R. ve Case, B. (2008). The future of farming: The value of ecosystem services in conventional and organic arable land. An experimental approach. *Ecological Economics*, *64*(4), 835-848. doi:10.1016/j.ecolecon.2007.05.007

Smith-Spangler, C., Brandeau, M. L., Hunter, G. E., Bavinger, J. C., Pearson, M., Eschbach, P. J., … Bravata, D. M. (2012). Are organic foods safer or healthier than conventional alternatives?: A systematic review. *Annals of Internal Medicine*, *157*(5), 348-366. doi:10.7326/0003-4819-157-5-201209040-00007

Tarım ve Orman Bakanlığı. (2010). Organik Tarımın Esasları ve Uygulanmasına İlişkin Yönetmelik.

Winter, C. K. ve Davis, S. F. (2006). Organic foods. *Journal of Food Science*, *71*(9), R117-R124. doi:10.1111/j.1750-3841.2006.00196.x

GİLABURU İLE ZENGİNLEŞTİRLMİŞ YUMUŞAK ŞEKERLEMEDE KIVAM VERİCİ OLARAK JELATİN YERİNE AGAR AGAR İKAMESİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dr. Öğr. Üyesi Murat KAYA
Kayseri Üniversitesi, Safiye Çıkrıkçıoğlu Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Gıda Teknolojisi Programı
ORCID ID: 0000-0002-3181-2517

ÖZET

Yumuşak şekerleme, tüketiciler özellikle çocuklar tarafından beğenilerek tüketilen ancak içeriğindeki yüksek karbonhidratlar nedeniyle sağlık üzerine olumsuz etkileri sürekli tartışılagelen bir gıda maddesidir. Yumuşak şekerleme üretiminde ürüne istenen yapıyı kazandırmak için jelatin ve agar agar gibi kıvam arttırıcılar kullanılmaktadır. Bu çalışmada sağlık açısından handikap oluşturan yumuşak şekerleme üretiminde gilaburu suyu kullanılarak bu ürünlerin daha fonksiyonel olmaları amaçlanmıştır. Ayrıca üretim prosesinde kıvam vermek amacıyla dini açıdan tüketilebilirliği noktasında tereddüt oluşturan bir hayvansal protein olan jelatin yerine hammaddesi bitkisel ürün (yosun) olan agar agar kullanılmıştır. Üretilen ürünlerin renk özellikleri, kuru madde değerleri ve duyusal özellikleri değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda gilaburu ile zenginleştirilmiş jelatinli ve agar agarlı yumuşak şekerlemelerin renk değerleri (agar agarli yumuşak şekerleme L değeri 40,55±0,89, a değeri 12,14±0,30, b değeri 20,78±0,64, jelatinli yumuşak şekerleme için L değeri 45,12±0,7, a değeri 7,86±0,38, b değeri 27,66±0,69) arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Örneklerin kuru madde değerleri agar agarlı gilaburu ile zenginleştirilmiş yumuşak şekerlemede 43,33±0,74, jelatinli gilaburu ile zenginleştirilmiş yumuşak şekerlemede ise 40,21±0,7 olarak belirlenmiştir ($p<0,05$). Yumuşak şekerlemeler arasında 5 puan üzerinden hedonik skala ile duyusal test gerçekleştirilmiştir. Renk, görünüş, koku, elastikiye ve mukavet açılarından örnek ortalamaları arasında anlamlı farklılık bulunurken genel beğeni ve satın alınabilirlik açısından anlamlı fark görülmemiştir. Agar agarlı giroblu ile zenginleştirilmiş yumuşak şekerlemelerin iyi alternatif olacağı sonucuna varılmıştır..

Anahtar kelimeler: Yumuşak şekerleme, Gilaburu suyu, jelatin, agar agar

EVALUATION OF THE REPLACEMENT OF GELATIN WITH AGAR AGAR AS A STABILIZER IN GLABURU- FORTIFIED SOFT CONFECTIONERY

ABSTRACT

Soft confectionery is a foodstuff that is favourably consumed by consumers, especially children, but its negative effects on health are constantly debated due to its high carbohydrate content. In soft candy manufacturing, thickeners such as gelatin and agar agar are used to give the requested structure to the food. In this study, it was aimed to produce more functional soft confectionery products by using gilaburu juice in the production of soft confectionery, which is a disadvantage in terms of health. In addition, agar agar, the raw material of which is a plant product (algae), was used instead of gelatin, an animal protein that causes hesitation in terms of its religious consumability, in order to give consistency in the production process. Colour properties, dry matter values and sensory properties of the products were evaluated. As a result of the study, statistically significant differences were found between the colour values (L value 40,55±0,89, a value 12,14±0,30, b value 20,78±0,64 for soft confectionery with agar agar, L value 45,12±0,7, a value 7,86±0,38, b value 27,66±0,69 for soft confectionery with gelatin and agar agar enriched with gilaburu). The dry matter values of the samples were 43.33±0.74 for the soft candy enriched with agar agar gilaburu and 40.21±0.7 for the soft candy enriched with gelatin gilaburu ($p<0.05$). Sensory test was performed with hedonic scale over 5 points among soft candies. There was a significant difference between the sample averages in terms of colour, appearance, odour, elasticity and strength, but no significant difference was observed in terms of general taste and affordability. It was concluded that soft confectionery enriched with agar agar giroblu would be a good alternative.

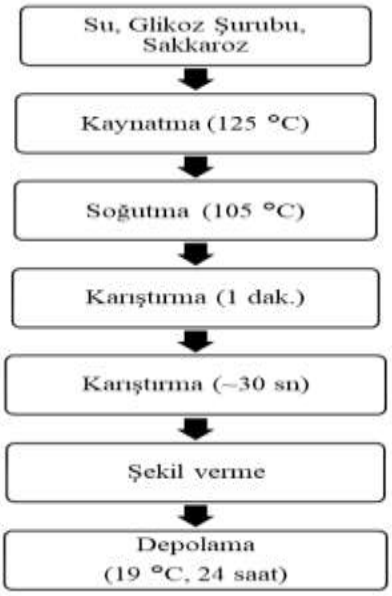
Keywords: Soft candy, Gilaburu juice, gelatin, agar agar

1.GİRİŞ

Yumuşak şekerleme, şeker ve sudan karıştırılıp eritilmesiyle elde edilen şurubun vakum altında yada açık kazanlarda pişirilmesi, jelleştirici bir preparat ile viskozitesinin arttırılmasıyla elde edilen sert hamur kıvamındaki ara ürüne asitlik düzenleyiciler, renklendiriciler ve aroma vericiler eklenerek üretilen bir yumuşak formda bir şekerleme türüdür (Önder ve Aydar, 2022). Şekerlemeler gelişim çağında olan ve sürekli aktivite gösteren çocuklar tarafından oldukça yoğun tüketilen ancak sağlık üzerine etkileri her daim tartışma konusu olan ürün gurubudur (Köksal ve Karaçil, 2014).

Şekerlemede kullanılan hammaddeler, Şeker, invert şeker, glikoz şurubu, Şeker alkolleri, asitlendiriciler, yağlar, süt ve süt ürünleri, emülgatörler, doğal-yapay aroma vericiler, gıda boyaları, jelleştirici, kıvam verici, stabilizatörlerdir.

Bir yumuşak şekerlemenin üretim akış şeması şeki 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Yumuşak şekerleme üretim akış şeması (DeMars ve Ziegler, 2001; Önder ve Aydar, 2022)

Son yıllarda, tarımsal-endüstriyel ve deniz atıkları ve yan ürünleri gibi yenilenebilir kaynaklardan elde edilen biyolojik olarak parçalanabilir polimerler, petrol türevli polimerlere sürdürülebilir alternatifler olarak değerlendirilmektedir. Biyopolimerler arasında proteinler, bollukları, film oluşturma yetenekleri, şeffaflıkları ve O_2 , CO_2 ve lipitlere karşı mükemmel bariyer özellikleri nedeniyle gıda ambalajı üretimi için değerli özellikler sunmaktadır. Kolajen, memeli canlıların bağ dokularında önde gelen çözünmeyen fibriler proteinlerdir ve organizma için hayati fizyolojik rollere sahiptir. Jelatin kollajenin kısmi hidrolizi ile elde edilen bir üründür. Kolajen ve jelatinin başta gıda sanayi (kıvam verici, emülsfiye edici, biyobozunur film vb.) olmak üzere, farmasötik endüstrisinden doku mühendisliğine kadar geniş alanlarda kullanımı bulunmaktadır. (Zhang ve ark., 2006; Liu ve ark., 2014; Lacroix ve Vu, 2014; Bai ve diğerleri, 2016; Bennink ve ark., 2017; Etxabide ve ark., 2017; Yousefi ve ark., 2017; Attarwala ve ark., 2017; Das ve ark., 2018; Wu ve ark., 2020). Tüketiciler açısından hem kültürel hem de dini nedenle jelatinin kaynağı konusunda hassasiyetler vardır.

Gıda üretimlerinde polisakkarit yapısında çeşitli kıvam vericiler kullanılmaktadır. Bu kıvam vericiler arasında agar agarda yaygın olarak kullanılmaktadır.

Gilaburu (*Viburnum opulus* L.) çalı formunda, üzümsü meyve veren ve şifalı bir bitkidir. Olgunlaşan meyveleri sonbahar aylarında toplanmaktadır. Tüketilmeden önce 1-2 ay boyunca suda bekletilir. Halk arasında salamura etmek tabiri kullanılmaktadır. Suda bekletme sürecinde meyve kabuğu yumuşar, meyve yapasındaki acılık veren bileşikler suya diffüze olmaktadır. Gilaburunun kendine özgü ekşimsi ve ferahlatıcı bir aroması vardır. Genellikle suyu sıkılarak tüketilirse de, tercihen tane olarak da yenebilmektedir.

Orta Anadolu'da yaygın olarak yetişen bu bitkinin, preklinik çalışmalarda antioksidan, oksidatif DNA zararlanması giderici, antikanserojen, antiürolitiyatik, analjezik, antispazmodik, antiinflamatuar ve antinosiseptif etkileri olduğu ortaya konmuştur (Baytop, 1999; Altun ve ark., 2009; Ilhan ve ark., 2014; Boyacı ve ark., 2016; Gülada ve ark., 2024). Gilaburu preparatlarının böbrek taşı tedavisinde etkili olduğu bildirilmektedir. Gilaburu ektraktını idrar kanalındaki böbrek taşının çıkarılmasına etkisinin araştırıldığı bir çalışmada bitkisel tedavi ajanı olarak kullanılan gilaburunun 10 mm'den küçük çapa sahip böbrek taşlarının çıkmasını kolaylaştırdığı belirlenmiştir (Kızılay ve ark., 2019).

Literatürde yumuşak şekerlemeyi daha fonksiyonel hale getirmek için çeşitli biyoaktif maddeninin/ekstraktın ilave edildiği çalışmalar bulunmaktadır. Yumuşak şekerlemeye fonksiyonellik katmak adına ilave edilen bazı maddelere örnek olarak; sakaroz yerine bal (Mutlu ve ark., 2018), jelatin yerine inülin ve nişasta (Delgado ve Bañón, 2018), karmin yerine renklendirme ajanı olarak siyah havuç ekstraktı kullanma (Assous ve ark., 2014), üzüm kabuğu posasından elde edilen ekstraktın kullanılması (Cappa ve ark., 2015) verilebilir.

Bu çalışmada gilaburu suyunun yumuşak şekerleme formülasyonuna ilavesi ile şekerlemeye fonksiyonel özellik kazandırılması ve kültürel-dini hassasiyetleri olan tüketiciler açısından şüphe ile yaklaşılan kıvam verici/stabilizatör görevi gören jelatin yerine agar agar kullanım olanakları araştırılacaktır.

2. MATERYAL VE METOD

2.1. Materyal

Çalışma için Kayseri bölgesinde yetiştirilen gilaburu meyveleri toplanmış, yabancı madde uzaklaştırma, ayıklama, ön yıkama, asıl yıkama, durulama işlemlerinden sonra plastik kaplarda su içerisinde 1 ay serin güneş görmeyen bir ortamda muhafaza edilmiş, aromatik açıdan tüketim olgunluğuna geldikten sonra materyal olarak kullanılmıştır. Suda 1 ay bekletilen gilaburu meyveleri sudan çıkartılmıştır. Laboratuvar ölçekli özel olarak imal ettirilen şıra çıkarma makinesi ile gilaburu suyu çıkartılmış, şıra makinesinin kaba filtresinden geçen meyve suyu 3500 devir/dak, 5 dakika koşullarında santrifüj (Nüve NF800, Türkiye) edilmiştir. Örneğin

berrak üst fazı tortu kısmından ayrılarak yumuşak şekerleme üretiminde kullanılıncaya kadar buzdolabı koşullarında muhafaza edilmiştir. Elde edilen gilaburu suyunun briksi % 8,6 olarak belirlenmiştir. Yerel bir marketten yaprak jelatin (Kenton Gıda Sanayi A.Ş., Pendik, İstanbul) temin edilmiştir. Agar agar (Merck) kıvam vermek amacıyla kullanılmıştır.

2.2. Gilaburu suyu ile zenginleştirilmiş, jelatin ile kıvam verilmiş yumuşak şekerleme üretimi

Jelatinli yumuşak şekerleme üretimi için belirlenen bileşen listesi Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Gilaburu suyu ile zenginleştirilmiş jelatin ile kıvam verilmiş yumuşak şekerleme bileşen listesi

Bileşen adı	**Miktarı**
Gilaburu suyu	150 ml
Saf su	50 ml
Sakaroz	25 g
Yaprak jelatin	3 yaprak (~5 g)

Üretilen yumuşak şekerlemeye ait görüntü Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Jelatinle üretilen yumuşak şekerleme

2.3. Gilaburu suyu ile zenginleştirilmiş, agar agar ile kıvam verilmiş yumuşak şekerleme üretimi

Agar agarlı yumuşak şekerleme üretimi için belirlenen bileşen listesi Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Gilaburu suyu ile zenginleştirilmiş agar agar ile kıvam verilmiş yumuşak şekerleme bileşen listesi

Bileşen adı	**Miktarı**
Gilaburu suyu	150 ml
Saf su	50 ml
Sakaroz	25 g
Agar agar	5 g

Gilaburu suyu pişirme kazanına alınmıştır. Su, sakaroz ve agar agar ilave edilmiştir. Kısık ateşte ısıtılmaya başlayan karışım karıştırılarak sakaroz ve agar agarın sıvı karışımda çözünmesi sağlanmıştır. Örnek 5 dakika kısık ateşte pişirilmiştir. Isıtma sırasında örneğin istenen kıvama gelmesi kontrol edilmiştir. Ürün topaklanma olmaması için işlem süresi boyunca karıştırılmış, homojenitesini kaybetmemesine dikkat edilmiştir. Örneğin istenen kıvama gelip gelmediğine gözlemleyerek karar verilmiştir. Yeterli kıvamı alan karışım bir şırınga yardımıyla kalıplara dökülmüş ve ürün oda sıcaklığında soğumaya bırakılmıştır. Üretilen yumuşak şekerlemeye ait görüntü Şekil 3'de verilmiştir.



Şekil 3. Agar agar ile üretilen yumuşak şekerleme

2.4. Kuru madde analizi

Analiz için sabit tartıma getirilen kaplara 3 g örnekler konmuş, 70 °C'de etüvde (GEMO DT104, Türkiye) 24 saat bekletilen örnekler, desikatörde soğumaya bırakılmış ve sonuç değişmeyinceye kadar tartılmışlardır. Sonuçlar aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Çam ve İçyer, 2015).

$$\% \text{ Kuru madde} = \lceil((m1-m2)/m3\rceil \times 100$$

2.5. Renk tayini

Renk analizi için renk tayin cihazı (Konica-Minolta CR A-103) kullanılmıştır. Cihaz siyah ve beyaz kalibrasyon plakları ile kalibre edildikten sonra örneklerin üzerine getirilerek L*, a*, b* değerleri ölçülmüştür. Ölçümdeki L değeri rengin beyazlık-siyahlık skalasının, a* değeri kırmızılık-yeşillik skalasının, b* ise sarılık-mavilik skalasının ölçüsüdür.

2.6. Duyusal test

Duyusal analiz için 5 dereceli (1-hiç beğenmedim, 2-az beğendim, 3-orta derecede beğendim, 4-beğendim, 5-çok beğendim) hedonik skala kullanılmıştır. 13 adet panelist ile gerçekleştirilen testte panelistlerden ürünün renk, görünüş, koku, yabancı koku, satın alınabilirlik, elastikiyet-mukavemet, genel beğeni özelliklerini değerlendirmeleri istenmiştir. Panelistlerden en düşük beğeni skoru olarak/istenen özelliğin olmaması durumunda 1 puan, en yüksek beğeni skoru olarak/istenen özelliğin olması durumunda 5 puan vermeleri istenmiştir. Panelistler değerlendirme arasında belirli bir süre beklemişler ve su içerek ağızlarını nötürlemişlerdir.

2.6. İstatistiksel analizler

Örneklerin istatistiksel analizlerini yapmak için SPSS 22.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, Amerika Birleşik Devletleri) versiyonu kullanılmıştır. Grup ortalamaları arasındaki farklılıkların belirlenmesinde bağımsız örneklem t testinden yararlanılmıştır. Tüm örnekler 3 tekrarlı olarak elde edilmiştir.

5. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Örneklerin kuru madde miktarı sonuçları

Gilaburu suyu ile zenginleştirilmiş agar agar ve jelatin ile kıvam verilmiş yumuşak şekerleme örneklerine ait kuru madde sonuçları tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Örneklere ait kuru madde sonuçları

Yumuşak şekerleme türü	**Kuru madde miktarı (%)**
Gilaburu ile zenginleştirilmiş agar agarlı yumuşak şekerleme	43,33±0,74
Gilaburu ile zenginleştirilmiş jelatinli yumuşak şekerleme	40,21±0,70

-Sonuçlar 3 tekrarlı analizlerin ortalama ± standart sapması şeklinde verilmiştir.

Agar agarlı yumuşak şekerleme örneğinin kuru madde sonucu ile jelatinli yumuşak şekerleme örnekleri grup ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu iki kıvam vericinin de benzer sus tutma kapasitesine sahip olduklarını bize göstermektedir.

3.2. Örneklerin renk analiz sonuçları

Gilaburu suyu ile zenginleştirilmiş agar agar ve jelatin ile kıvam verilmiş yumuşak şekerleme örneklerine ait renk değerleri tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Farklı kıvam vericiler ile üretilmiş gilaburu suyu ile zenginleştirilmiş yumuşak şekerleme duyusal test sonuçları

Renk parametresi	**Kıvam verici türü**	**Beğeni puanı ortalaması**
L değeri	Agar agarlı yumuşak şekerleme	40,55±0,89*
	Jelatinli yumuşak şekerleme	45,12±0,70*
a* değeri	Agar agarlı yumuşak şekerleme	12,14±0,14*
	Jelatinli yumuşak şekerleme	7,86±0,38*
b* değeri	Agar agarlı yumuşak şekerleme	20,78±0,64*
	Jelatinli yumuşak şekerleme	27,66±0,70*

-Sonuçlar 3 tekrarlı ölçümlerin ortalama±standart sapma şeklinde verilmiştir. * grup ortalamaları arsında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık olduğunu ifade etmektedir.

a. Örneklerin duyusal test sonuçları

Örneklere ait duyusal test sonuçları tablo 5'de verilmiştir.

Tablo 5. Farklı kıvam vericiler ile üretilmiş gilaburu suyu ile zenginleştirilmiş yumuşak şekerleme duyusal test sonuçları

Duyusal parametreler		**Beğeni puanı ortalaması**
Renk	Agar agarlı yumuşak şekerleme	5,00±0,00*
	Jelatinli yumuşak şekerleme	2,57±0,27*
Görünüş	Agar agarlı yumuşak şekerleme	5,00±0,00*
	Jelatinli yumuşak şekerleme	3,71±0,76*
Koku	Agar agarlı yumuşak şekerleme	4,86±0,38
	Jelatinli yumuşak şekerleme	4,29±0,76
Elastikiyet_mukavemet	Agar agarlı yumuşak şekerleme	2,86±0,89*
	Jelatinli yumuşak şekerleme	4,86±0,38*

Satın alınabilirlik	Agar agarlı yumuşak şekerleme	4,43±0,51*
	Jelatinli yumuşak şekerleme	3,71±0,49*
Genel beğeni	Agar agarlı yumuşak şekerleme	4,04±0,69
	Jelatinli yumuşak şekerleme	4,11±0,58

Sonuçlar 3 tekrarlı gerçekleştirilen denemelerin ortalama ± standart sapma şeklinde ifade edilmiştir. * satırdaki grup ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık olduğunu ifade etmektedir.

Panelistlerden gilaburu suyu ile zenginleştirilmiş farklı kıvam vericiler ile üretilmiş yumuşak şekerlemeleri renk, görünüş, koku, yabancı koku, elastikiyet-mukavemet, satın alınabilirlik, genel beğeni açısından değerlendirmeleri talep edilmiştir. Parametreler içerisinde yapılan değerlendirmede agar agar ile kıvam verilen ve jelatin ile kıvam verilen örnekler arasında renk, görünüş, elastikiyet, satınalınablirlik açısından istastiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Örneklerin görünümü değerlendirildiğinde jelatin ile üretilen yumuşak şekerlemenin renginin sarı, agar agar ile üretilen yumuşak şekerin renginin ise kırmızı olduğu görülmüştür. Ürünün gilaburu suyu ile zenginleştirildiği göz önünde bulundurulduğunda üretilen yumuşak şekerlemelerin doğal renginin kırmızı olması beklenir. Panelistlerinde bu hususu göz önünde bulundurduğu düşünülmektedir. O nedenle renk (Agar agarlı şekerleme puanı 5,00±0,00) ve görünüş (agar agarlı şekerleme puanı 5,00±0,00) skorlarında agar agarlı yumuşak şekerlemeler daha yüksek beğeni skoru almışlardır. Aynı şekilde bu hususun satınalınabilirlik puanlamasını da etkilediği değerlendirilmiştir. Elastikiyet_mukavemet parametresinde tam tersi durum söz konusu olmuştur. Agar agar ile üretilen yumuşak şekerlemenin jelatin ile üretilen yumuşak şekerlemeye göre daha düşük elastikiyet ve mukavemete sahip olduğu panelistlerce değerlendirilmiş ve agar agarlı şekerleme (2,86±0,89) düşük beğeni skoru almıştır. Gerçekleştirilen duyusal testte örnekler genel beğeni ve koku açısından grup ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir. Bu sonuçlar ürün reçetesinde tek farklı içeriğin agar agar ve jelatin olduğu göz önünde bulundurulduğunda bu bileşenlerin kokusuz olduğu ve üretilen ürünlerin kokusunda herhangi bir değişime neden olmadıkları sonucunu bize göstermiştir. Genel beğeni açısından sonuç değerlendirildiğinde ise bu sonucun normalde ideal ürün rengine sahip olmamasına rağmen panelistlerin değerlendirilmesinde elastikiyet-mukavemet parametresinin jelatinli yumuşak şekerleme lehine sonuç olmasını göz önünde bulundurulduklarını düşündürmüştür. Gerçekleştirilen bir çalışmada yumuşak şekerleme bitki bazlı proteinler ve pektin ile zenginleştirilmiş ve duyusal testler ile ürünlerin kabul edilebilirlikleri araştırılmıştır. Genel beğenilirlik açısından % 3-9 arası proteinle

zenginleştirilen ürünler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. % 12 ilaveli şekerlemede beğeni skoru düşük olmuş, istatistiksel açıdan fark önemli bulunmuştur. Çalışmanın sonuçları verilerimizle uyumluluk göstermiştir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında, organik gıda yalnızca tüketim tercihi olarak değil, üretim süreçleri, yasal standartlar ve insan sağlığı açısından her yönüyle incelenmiştir. Literatür çalışmaları ile elde edilen bulgular. ve literatür verileri ile ulaşılan temel sonuçlar aşağıda tartışılmıştır.

Artan dünya nüfusunun yarattığı gıda arzı baskısı aynı fonksiyona sahip farklı materyallerin gıda üretimlerinde kullanımına yol açmaktadır. Yumuşak şekerleme üretiminde jelatin yerine agar agar kullanma çalışmasının çıkış noktalarından birisi de bu durumdan kaynaklanmaktadır. Bir başka gerekçe ise jelatin ile ilgili kamuoyunda yaşanan tereddütlerden kaynaklanan tüketici hassasiyetidir. Çalışma sonuçları jelatin yerine agar agar kullanımının umut verici olduğunu göstermiştir. Üretim prosesi sonucunda görülen jelatinle üretilen üründeki sarı renk, agar agar ile üretilen üründeki kırmızı renkte dikkat çekicidir. Gilaburu ilavesiyle meyvenin doğal rengi olan kırmızı renk nihai ürün olan yumuşak şekerlemede de beklenen ve istenen bir renktir. Jelatin ile üretilen ürünün renginin sarı olması tüketicideki beklentinin karşılanması noktasında bir handikaptır. Çünkü “gilaburulu yumuşak şekerleme” isimli bir ürünün renginin kırmızı olması tüketici tarafından beklenir ve talep edilir.

KAYNAKLAR

Altun, M. L., Saltan Çitoğlu, G., Sever Yılmaz, B. ve Özbek, H. (2009). Antinociceptive and anti-inflammatory activities of Viburnum opulus. *Pharmaceutical Biology*, *47*(7), 653-658. doi:10.1080/13880200902918345

Assous, M. T. M., Abdel-Hady, M. M. ve Medany, G. M. (2014). Evaluation of red pigment extracted from purple carrots and its utilization as antioxidant and natural food colorants. *Annals of Agricultural Sciences*, *59*(1), 1-7. doi:10.1016/j.aoas.2014.06.001

Attarwala, H., Clausen, V., Chaturvedi, P. ve Amiji, M. M. (2017). Cosilencing Intestinal Transglutaminase-2 and Interleukin-15 Using Gelatin-Based Nanoparticles in an in Vitro Model of Celiac Disease. *Molecular Pharmaceutics*, *14*(9), 3036-3044. doi:10.1021/acs.molpharmaceut.7b00233

Bai, Y., Peng, S., Niu, L., Bao, H., Huang, Y. ve Lai, K. (2016). Dynamic Viscoelastic Properties of Tilapia (Oreochromis niloticus) Skin Gelatin. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, *25*(6), 854-863. doi:10.1080/10498850.2014.944969

Baytop, T. (1999). *Therapy with Medicinal Plants in Turkey* (2 nd ed.). İstanbul: Nobel Kitap Evi.

Bennink, L. L., Smith, D. J., Foss, C. A., Pomper, M. G., Li, Y. ve Yu, S. M. (2017). High Serum Stability of Collagen Hybridizing Peptides and Their Fluorophore Conjugates. *Molecular*

Pharmaceutics, *14*(6), 1906-1915. doi:10.1021/acs.molpharmaceut.7b00009

Boyacı, H., Çöteli, E. ve Karataş, F. (2016). Gilaburu (Viburnum opulus L.) meyvesindeki a, E vitamini, BetaKaroten, likopen, redükte ve okside glutatyon miktarlarının araştırılması. *Erzincan University Journal of Science and Technology*, *9*(2), 111-117. doi:10.18185/eufbed.59250

Cappa, C., Lavelli, V. ve Mariotti, M. (2015). Fruit candies enriched with grape skin powders: Physicochemical properties. *LWT - Food Science and Technology*, Healthy Snacks: Recent Trends and Innovative Developments to Meet Current Needs, *62*(1, Part 2), 569-575. doi:10.1016/j.lwt.2014.07.039

Çam, M. ve İçyer, N. C. (2015). Phenolics of pomegranate peels: Extraction optimization by central composite design and alpha glucosidase inhibition potentials. *Journal of Food Science and Technology*, *52*(3), 1489-1497. doi:10.1007/s13197-013-1148-y

Das, J., Dey, P., Chakraborty, T., Saleem, K., Nagendra, R. ve Banerjee, P. (2018). Utilization of marine industry waste derived collagen hydrolysate as peroxide inhibition agents in lipid-based food. *Journal of Food Processing and Preservation*, *42*(2), e13430. doi:10.1111/jfpp.13430

Delgado, P. ve Bañón, S. (2018). Effects of replacing starch by inulin on the physicochemical, texture and sensory characteristics of gummy jellies. *CyTA - Journal of Food*, *16*(1), 1-10. doi:10.1080/19476337.2017.1327462

DeMars, L. L. ve Ziegler, G. R. (2001). Texture and structure of gelatin/pectin-based gummy confections. *Food Hydrocolloids*, 5th International Hydrocolloids Conference, *15*(4), 643-653. doi:10.1016/S0268-005X(01)00044-3

Etxabide, A., Uranga, J., Guerrero, P. ve de la Caba, K. (2017). Development of active gelatin films by means of valorisation of food processing waste: A review. *Food Hydrocolloids*, 30th anniversary special issue, *68*, 192-198. doi:10.1016/j.foodhyd.2016.08.021

Gülada, B. Ö., Cam, M. E., Yüksel, M., Akakın, D., Taşkın, T., Emre, G., … Karakoyun, B. (2024). Gilaburu (*Viburnum opulus* L.) fruit extract has potential therapeutic and prophylactic role in a rat model of acetic acid-induced oxidant colonic damage. *Journal of Ethnopharmacology*, *322*, 117624. doi:10.1016/j.jep.2023.117624

Ilhan, M., Ergene, B., Süntar, I., Ozbilgin, S., Saltan Çitoğlu, G., Demirel, M. A., … Küpeli Akkol, E. (2014). Preclinical Evaluation of Antiurolithiatic Activity of Viburnum opulus L. on Sodium Oxalate-Induced Urolithiasis Rat Model. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine: eCAM*, *2014*, 578103. doi:10.1155/2014/578103

Kızılay, F., Ülker, V., Çelik, O., Özdemir, T., Çakmak, Ö., Can, E. ve Nazlı, O. (2019). The evaluation of the effectiveness of Gilaburu (Viburnum opulus L.) extract in the medical expulsive treatment of distal ureteral stones. *Turkish Journal of Urology*, *45*(Suppl 1), S63-S69. doi:10.5152/tud.2019.23463

Köksal, E. ve Karaçil, M. Ş. (2014). Okul Çağı Çocuklarında Şeker Tüketiminin Beden Kütle İndeksine Etkisinin Değerlendirilmesi. *Fırat Tıp Dergisi*, *19*(3), 151-155.

Lacroix, M. ve Vu, K. D. (2014). Edible Coating and Film Materials: Proteins. *Innovations in Food Packaging* içinde (ss. 277-304). Academic Press. doi:10.1016/B978-0-12-394601-0.00011-4

Liu, Y.-M., Cui, X., Hao, C.-M., Tao, F.-R. ve Li, J.-Y. (2014). Modified gelatin with quaternary ammonium salts containing epoxide groups. *Chinese Chemical Letters*, *25*(8), 1193-1197.

doi:10.1016/j.cclet.2014.02.005

Mutlu, C., Tontul, S. A. ve Erbaş, M. (2018). Production of a minimally processed jelly candy for children using honey instead of sugar. *LWT, 93,* 499-505. doi:10.1016/j.lwt.2018.03.064

Önder, H. ve Aydar, A. Y. (2022). Şekerleme Üretiminde Kullanılan Hammaddeler ve Fonksiyonel Yumuşak Şekerleme Üretimi. *Aydın Gastronomy*, *6*(1), 65-78.

Wu, T., Ding, M., Shi, C., Qiao, Y., Wang, P., Qiao, R., … Zhong, J. (2020). Resorbable polymer electrospun nanofibers: History, shapes and application for tissue engineering. *Chinese Chemical Letters*, *31*(3), 617-625. doi:10.1016/j.cclet.2019.07.033

Yousefi, M., Ariffin, F. ve Huda, N. (2017). An alternative source of type I collagen based on by-product with higher thermal stability. *Food Hydrocolloids*, *63*, 372-382. doi:10.1016/j.foodhyd.2016.09.029

Zhang, Y. Z., Venugopal, J., Huang, Z.-M., Lim, C. T. ve Ramakrishna, S. (2006). Crosslinking of the electrospun gelatin nanofibers. *Polymer*, *47*(8), 2911-2917. doi:10.1016/j.polymer.2006.02.046

MARULDA (*Lactuca Sativa* L.) FOSFOR BESLENMESİ: BÜYÜME FİZYOLOJİSİ, STRES TOLERANSI VE FOSFOR KULLANIM VERİMLİLİĞİ (PUE) ÜZERİNE GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

Öğr. Gör. Dr. Rana BAYTİN ALACI
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Başkale Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Organik Tarım Programı, Van
ORCID: 0000-0002-2814-2110

ÖZET

Fosfor (P), marul (*Lactuca sativa* L.) yetiştiriciliğinde büyüme, gelişme ve enerji metabolizması için ikamesi olmayan bir makro besin elementidir. Ancak, küresel kaya fosfat rezervlerinin sınırlılığı ve tarımsal alanlardaki düşük fosfor yararlanımı, sürdürülebilir üretim stratejilerinin geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu derleme, 2010-2025 yılları arasındaki güncel literatürü sentezleyerek, marulun fosfor beslenmesine verdiği fizyolojik, moleküler ve agronomik yanıtları kapsamlı bir şekilde incelemektedir. Çalışma kapsamında; fosfor noksanlığının fotosentetik aygıt üzerindeki kısıtlayıcı etkileri, kök sistemi mimarisindeki (RSA) plastik değişimler ve *LsPHT1* gen ailesi tarafından yönetilen moleküler taşıma mekanizmaları deşifre edilmiştir. Ayrıca, fosfor beslenmesinin sekonder metabolit (antosiyanin ve fenolik asitler) birikimi üzerindeki katalizör etkisi, marulun besinsel kalitesini artırmaya yönelik "eustress" yaklaşımı çerçevesinde tartışılmıştır. Son olarak, struvit gibi geri kazanılmış gübreler ve mikrobiyal inokülasyonlar gibi modern agronomik yaklaşımlar, yüksek Fosfor Kullanım Verimliliğine (PUE) sahip sürdürülebilir bir model önerisiyle sunulmuştur. Bu derleme, gelecekteki ıslah çalışmaları ve hassas tarım uygulamaları için bütünsel bir yol haritası sunmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Marul, Fosfor Kullanım Verimliliği (PUE), Kök Mimarisi, Sekonder Metabolitler, Moleküler Islah, Sürdürülebilir Tarım.

ABSTRACT

Phosphorus (P) is an indispensable macronutrient for growth, development, and energy metabolism in lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivation. However, the limited global rock phosphate reserves and low phosphorus bioavailability in agricultural soils necessitate the development of sustainable production strategies. This review synthesizes current literature from 2010 to 2025 to comprehensively examine the physiological, molecular, and agronomic responses of lettuce to phosphorus nutrition. Within the scope of this study, the restrictive effects of phosphorus deficiency on the photosynthetic apparatus, plastic changes in root system

architecture (RSA), and molecular transport mechanisms governed by the *LsPHT1* gene family are deciphered. Furthermore, the catalytic effect of phosphorus nutrition on the accumulation of secondary metabolites (anthocyanins and phenolic acids) is discussed within the framework of an "eustress" approach aimed at enhancing the nutritional quality of lettuce. Finally, modern agronomic approaches such as recovered fertilizers like struvite and microbial inoculations are presented with a proposal for a sustainable model with high Phosphorus Use Efficiency (PUE). This review aims to provide a holistic roadmap for future breeding studies and precision agriculture applications.

Keywords: Lettuce, Phosphorus Use Efficiency (PUE), Root Architecture, Secondary Metabolites, Molecular Breeding, Sustainable Agriculture.

1. GİRİŞ

Küresel tarım ekosistemi, artan gıda talebi ile sınırlı doğal kaynakların sürdürülebilir yönetimi arasında kritik bir denge arayışındadır. Bu kaynakların başında gelen fosfor (P), bitkisel üretimde nükleik asitlerin, fosfolipitlerin ve enerji transfer mekanizmalarının (ATP) temel bileşeni olması nedeniyle ikamesi mümkün olmayan bir makro besin elementidir. Ancak, dünyadaki ekonomik olarak işletilebilir fosfor rezervlerinin sınırlılığı ve "Pik Fosfor" (Peak Phosphorus) öngörüleri, modern tarımı daha yüksek Fosfor Kullanım Verimliliğine (PUE) sahip sistemler geliştirmeye zorlamaktadır (Hawkesford vd., 2012).

Marul (*Lactuca sativa* L.), dünya genelinde taze tüketimi en yaygın olan, yüksek ekonomik değere sahip ve kısa vejetasyon süresiyle karakterize edilen stratejik bir yapraklı sebzedir. Ancak bu türün yüzeysel kök sistemi ve hızlı büyüme temposu, onu toprak çözeltisindeki inorganik fosfat (P_i) değişimlerine karşı son derece duyarlı kılmaktadır. Toprakta uygulanan fosforun büyük bir kısmının kalsiyum, alüminyum veya demir kompleksleri ile fikse edilerek bitki tarafından alınamaz forma dönüşmesi, marul yetiştiriciliğinde aşırı gübre kullanımına ve dolayısıyla çevresel ötrofikasyon risklerine yol açmaktadır (Kreutz, vd., 2021).

Son on yılda yapılan araştırmalar (2010-2025), marulun fosfor beslenmesine verdiği yanıtların sadece bir "doz-verim" ilişkisinden ibaret olmadığını; aksine kök mimarisi plastikliği, moleküler taşıyıcı sistemlerin aktivasyonu ve sekonder metabolit biyosentezi arasında sofistike bir etkileşim olduğunu ortaya koymuştur. Örneğin, Beroueg ve ark. (2021) tarafından yapılan çalışmalar, marulun düşük P koşullarında lateral kök yoğunluğunu artırarak rizosfer tarama alanını genişlettiğini kanıtlamıştır. Bu morfolojik değişimlere, *LsPHT1* gen ailesi gibi yüksek afiniteli fosfat taşıyıcılarının transkriptomik düzeyde yukarı regülasyonu eşlik etmektedir (Cai vd., 2020).

Buna ek olarak, fosfor beslenmesinin marulun besinsel kalitesi (antioksidan kapasitesi) üzerindeki "çift yönlü" etkisi, fonksiyonel gıda üretiminde yeni bir perspektif sunmaktadır. Fosforun kısıtlı olduğu koşullarda bitkinin bir savunma mekanizması olarak fenolik bileşikleri ve antosiyaninleri biriktirmesi, "besinsel zenginleştirme" (biofortification) stratejileri için bir "eustress" (pozitif stres) unsuru olarak değerlendirilmektedir (Nawaz vd., 2022; Gao vd., 2022). Bu derleme makalesinin temel amacı, marulda fosfor beslenmesi üzerine 2010 yılından günümüze kadar uzanan literatürü; büyüme fizyolojisi, stres tolerans mekanizmaları ve PUE optimizasyonu çerçevesinde sentezlemektir. Çalışma, rizosferdeki mikrobiyal etkileşimlerden (Carrillo vd., 2025) moleküler ıslah stratejilerine kadar uzanan geniş bir spektrumda, sürdürülebilir marul yetiştiriciliği için güncel yaklaşımları ve gelecek perspektiflerini sunmayı hedeflemektedir.

2. RİZOSFER DİNAMİKLERİ VE P-ALIM MEKANİZMALARI

Marulda fosfor alımı, kök yüzeyi ile toprak çözeltisi arasındaki dar bir bölge olan rizosferde gerçekleşen karmaşık fizikokimyasal ve biyolojik süreçlerin bir sonucudur. Fosforun toprak içindeki difüzyon katsayısının oldukça düşük olması (10^{-12} ila 10^{-15} m^2/s), köklerin bu besin elementine aktif olarak "ulaşmasını" zorunlu kılar.

2.1. Toprakta Fosforun Biyoyararlanımı ve Fiksasyon Problemi

Marul yetiştiriciliğinde karşılaşılan en büyük engel, uygulanan inorganik P'nin bitki tarafından alınamadan toprak matriksi tarafından tutulmasıdır. Kreutz ve ark. (2021), özellikle yüksek organik madde içeren Histosollerde ve alkali topraklarda fosforun kalsiyum (Ca^{2+}) ile hızlı bir şekilde reaksiyona girerek çözünmeyen kalsiyum-fosfat formlarına dönüştüğünü vurgulamıştır. Bu durum, rizosferde serbest ortofosfat ($H_2PO_4^-$ ve HPO_4^{2-}) konsantrasyonunu kritik seviyelerin altına düşürerek marulda şiddetli noksanlık semptomlarını tetiklemektedir.

2.2. Kök Mimarisi Plastisitesi (RSA): P-Noksanlığına Morfolojik Adaptasyon

Marul, fosfor noksanlığına karşı kök sistem mimarisini (RSA) yeniden programlayarak yanıt veren plastik bir yapıya sahiptir. 2010 sonrası yapılan fenotipleme çalışmaları, marulun P-stresine karşı "yukarıdan aşağıya" bir strateji izlediğini göstermektedir.

Beroueg ve ark. (2021), düşük P koşullarında marulun primer kök büyümesini sınırlandırırken, lateral (yan) kök oluşumunu ve kök emici tüy (root hair) yoğunluğunu dramatik bir şekilde artırdığını rapor etmiştir. Bu morfolojik değişim, kök yüzey alanı/hacim oranını maksimize ederek, sınırlı hareketliliğe sahip fosfor iyonlarının taranma kapasitesini artırmaktadır. Çalışma, PUE (Fosfor Kullanım Verimliliği) yüksek genotiplerin, düşük P koşullarında kök biyokütlesini

artırmak yerine, mevcut karbonu daha ince ve daha geniş bir alana yayılan "saçak" kök yapısına yönlendirdiğini doğrulamıştır.

2.3. Rizosfer Mühendisliği: Organik Asit Eksüdasyonu

Morfolojik adaptasyonun yanı sıra, marul rizosfer kimyasını değiştirerek bağlı fosforu mobilize etme yeteneğine sahiptir. P noksanlığı sinyali alan kök hücreleri, hücre içi pH dengesini korumak ve anyon dengesini sağlamak amacıyla dış ortama düşük moleküler ağırlıklı organik asitler (LMWOAs) salgılar.

Gao ve ark. (2020) tarafından yürütülen metabolomik analizler, marulda P stresinin özellikle sitrat ve malat eksüdasyonunu tetiklediğini ortaya koymuştur. Bu organik asitler, iki temel mekanizma ile çalışır:

1. **Şelasyon:** Fosfatı bağlayan metal iyonları (Ca, Al, Fe) ile şelat oluşturarak fosfat iyonlarını serbest bırakırlar.
2. **Asidifikasyon:** Rizosfer pH'ını düşürerek, özellikle alkali topraklarda kalsiyum-fosfat bağlarının çözünmesini sağlarlar.

Bu biyokimyasal strateji, marulun sadece toprağın mevcut fosforuna değil, aynı zamanda "fosfor havuzu" olarak nitelendirilen ancak bitki tarafından doğrudan erişilemeyen bağlı formlara da ulaşmasını sağlamaktadır.

3. BÜYÜME FİZYOLOJİSİ VE METABOLİK YANITLAR

Fosfor (P), marulun büyüme dinamiğinde sadece bir yapı taşı değil, aynı zamanda enerjinin hücresel para birimi olan ATP'nin merkezidir. Bu bölümde, P beslenmesinin marulun fotosentetik aygıtı ve karbon yönetimi üzerindeki etkilerini modern fizyolojik verilerle inceleyeceğiz.

3.1. Fotosentetik Kapasite ve Gaz Değişim Dinamikleri

Marulda P noksanlığı, yaprak alanının daralmasına paralel olarak birim alandaki fotosentez hızında (P_n) dramatik bir düşüşe yol açar. Ahmed ve ark. (2013) tarafından yürütülen çalışmada, P beslemesinin 0 ile 120 kg/ha arasında değişen seviyelerinde, düşük P dozlarının net fotosentez hızını kontrol grubuna göre %59.8 oranında azalttığı istatistiksel olarak ($p < 0.05$) kanıtlanmıştır.

Bu düşüşün temelinde iki ana mekanizma yatar:

1. **Stomatal Kısıtlamalar:** P noksanlığı, stomatal iletkenliğin (g_s) düşmesine neden olarak yaprak içi CO_2 konsantrasyonunu sınırlar.
2. **Biyokimyasal Kısıtlamalar:** İnorganik fosfat (P_i) eksikliği, ATP rejenerasyonunu ve dolayısıyla Calvin Döngüsü'nün ana enzimi olan Rubisco'nun aktivasyonunu baskılar.

Gao ve ark. (2020), metabolomik verilerle P-stresi altındaki marullarda ribuloz-1,5-bifosfat (RuBP) rejenerasyon hızının ciddi şekilde yavaşladığını rapor etmiştir.

3.2. Kaynak-Büyüme Ucu (Source-Sink) İlişkisi ve Karbon Dağılımı

Fosfor, marulda karbonhidratların yapraklardan (kaynak) köklere ve büyüme uçlarına taşınmasında kritik bir düzenleyicidir. P noksanlığı durumunda, bitki hayatta kalma stratejisi olarak mevcut şekerleri (sükroz ve nişasta) yapraklarda biriktirme eğilimine girer. Bu durum, kök sistemine karbon akışını başlangıçta artırsa da (kök/gövde oranının artması), ilerleyen dönemde yapraklarda "geri beslemeli inhibisyon" (feedback inhibition) yoluyla fotosentezin tamamen durmasına yol açabilir.

3.3. Enerji Durumu ve ATP/ADP Dengesi

Fosforun en doğrudan etkisi hücresel enerji dengesi üzerinedir. P noksanlığı altındaki marul dokularında ATP/ADP oranının düşmesi, protein sentezi ve iyon transportu gibi enerji maliyeti yüksek süreçleri yavaşlatır. Bu durum, bitkinin genel büyüme hızında ve biyokütle akümülasyonunda gözlemlenen bodurlaşmanın (rozet formun korunması) temel metabolik nedenidir.

Tablo 1. Marulda P Beslenmesinin Fizyolojik ve Büyüme Parametreleri Üzerindeki Etkisi (Sentez)

Parametre	P Noksanlığı Yanıtı	Mekanizma / Neden	Literatür Dayanağı
Net Fotosentez (P_n)	Şiddetli Azalış (%40-60)	ATP rejenerasyonu ve Rubisco kısıtlaması	Ahmed vd. (2013)
Stomatal İletkenlik (g_s)	Azalış	Turgor basıncı ve ABA sinyali etkileşimi	Gao vd. (2020)
Kök/Gövde Oranı (R/S)	Artış	Kök mimarisi plastikliği ve karbon kayması	Beroueg vd. (2021)
Klorofil İçeriği (SPAD)	Başlangıçta Artış / Sonra Azalış	Doku daralması (dilüsyonun tersi) / Senesans	Ahmed vd. (2013)

4. SEKONDER METABOLİZMA VE ANTİOKSİDAN SAVUNMA SİSTEMİ

Marulda fosfor (P) beslenmesi ile ikincil metabolizma arasındaki ilişki, "Karbon-Besin Dengesi" (CNB) hipotezi çerçevesinde şekillenmektedir. P noksanlığı, bitkiyi büyüme odaklı primer metabolizmadan, hayatta kalma odaklı sekonder metabolizmaya doğru bir enerji kaymasına (metabolic shift) zorlar. Bu durum, marulun besinsel kalitesini ve antioksidan kapasitesini artıran bir "pozitif stres" (eustress) mekanizması olarak işlev görür.

4.1. Antosiyanin Biyosentezi ve LsMYB1 Regülasyonu

Marulda P eksikliğinin en karakteristik görsel belirtisi olan yapraklardaki antosiyanin birikimi (purpling), aslında sofistike bir fotoprotektif yanıttır. Düşük P koşulları, bitkinin fotosentetik

kapasitesini sınırladığı için, aşırı ışık enerjisinin (excess light energy) hücrelerde hasar vermesini önlemek amacıyla antosiyanin sentezi yukarı regüle edilir.

Gao ve ark. (2022), marulda bu süreci kontrol eden genetik anahtarı deşifre etmiştir. Araştırma, P noksanlığının LsMYB1 transkripsiyon faktörünü aktive ederek antosiyanin biyosentez yolundaki genlerin (ANS, DFR, CHS) ekspresyonunu %50'den fazla artırdığını göstermiştir. Bu durum, düşük P beslemesinin marulun görsel kalitesini (renk yoğunluğunu) artırmak için bir ıslah ve yetiştiricilik aracı olarak kullanılabileceğini kanıtlamaktadır.

4.2. Fenolik Bileşikler ve Nutrasötik Değer

Marulun ana antioksidanları olan klorojenik asit ve sikorik asit, fosfor seviyelerindeki dalgalanmalara karşı oldukça duyarlıdır. Nawaz ve ark. (2022), sınırlı P beslemesinin marulun toplam fenolik içeriğini ve oksijen radikali emme kapasitesini (ORAC) önemli ölçüde artırdığını rapor etmiştir.

Bu artışın moleküler temeli, P stresinin şikimat yolu (shikimate pathway) üzerinden fenilalanin amonyak-liyaz (PAL) enzim aktivitesini tetiklemesine dayanmaktadır. Gao ve ark. (2020) tarafından yapılan metabolomik çalışmalar, düşük P altında marul yapraklarında sitrat birikimine paralel olarak flavonoid profillerinin de zenginleştiğini, ancak bu metabolik yatırımın biyokütle kaybı pahasına gerçekleştiğini (trade-off) vurgulamıştır.

4.3. Oksidatif Stres Yönetimi ve ROS Temizliği

Fosfor noksanlığı, hücre içinde reaktif oksijen türlerinin (ROS) birikmesine yol açarak oksidatif stres yaratır. Marul, bu tehdide karşı enzimatik ve non-enzimatik savunma sistemlerini devreye sokar. Carrillo ve ark. (2025), sürdürülebilir P kaynakları (struvit) ile beslenen marullarda, geleneksel gübrelere kıyasla süperoksit dismutaz (SOD) ve peroksidaz (POD) enzim aktivitelerinin daha stabil kaldığını ve bunun da bitkinin stres toleransını artırdığını belirtmiştir.

Tablo 2. P noksanlığının marulda sekonder metabolitler üzerindeki etkisi

Metabolit Grubu	Değişim Yönü	Anahtar Enzim / Gen	Literatür Referansı
Antosiyaninler	Ciddi Artış	LsMYB1 / ANS	Gao vd. (2022)
Fenolik Asitler	Orta/Yüksek Artış	PAL (Fenilalanin amonyak-liyaz)	Nawaz vd. (2022)
Flavonoidler	Artış	CHS (Kalkon sentaz)	Gao vd. (2020)
C Vitamini	Değişken (Düşüş Eğilimli)	GalLDH	Ahmed vd. (2013)

5. FOSFOR KULLANIM VERİMLİLİĞİ (PUE): MOLEKÜLER VE GENETİK YAKLAŞIMLAR

Sürdürülebilir tarımda temel hedef, birim fosfor girdisi başına maksimum biyokütle üretimidir. Marulda Fosfor Kullanım Verimliliği (PUE), statik bir özellikten ziyade, iki ana bileşenin

dinamik etkileşimiyle belirlenen karmaşık bir fenotiptir: **Fosfor Alım Verimliliği (PAE)** ve **Fosfor Kullanım Etkinliği (PUtE)**.

5.1. P-Taşıyıcı (PHT) Gen Aileleri ve Moleküler Pompa Mekanizması

Marulda inorganik fosfatın (P_i) rizosferden kök hücrelerine taşınması, enerji bağımlı taşıyıcı proteinler tarafından kontrol edilir. 2010 sonrası genomik araştırmalar, bu sürecin merkezinde yer alan **Phosphate Transporter 1 (PHT1)** ailesini aydınlatmıştır.

Cai ve ark. (2020), marul genomunda (*Lactuca sativa* L.) 14 adet *LsPHT1* geni tanımlamıştır. Bu taşıyıcıların ekspresyon profilleri, bitkinin "P-açlığına" verdiği yanıtın moleküler hızını belirler. Özellikle *LsPHT1;4* geninin, düşük P koşullarında köklerde normalden 15 kat daha fazla eksprese olduğu saptanmıştır. Bu genlerin aktivasyonu, bitkinin çok düşük konsantrasyonlardaki (< 1 µM) fosfatı bile topraktan adeta "vakumlamasını" sağlar.

5.2. PAE (Alım) ve PUtE (Kullanım) Arasındaki İnce Ayrım

PUE'nin iki bileşeni marulda farklı fizyolojik süreçleri temsil eder:

- **PAE (Uptake Efficiency):** Bitkinin kök mimarisi ve transporter aktivitesiyle topraktaki P'yi bünyesine katma yeteneğidir. Beroueg ve ark. (2021), marul genotipleri arasındaki PUE farkının %70 oranında PAE (kök yoğunluğu ve taşıyıcı hızı) kaynaklı olduğunu savunmaktadır.
- **PUtE (Utilization Efficiency):** Bitkinin bünyesine aldığı P'yi, hücre içinde (vakuollerde) depolamak yerine fotosentetik dokulara yeniden dağıtma (remobilization) ve biyokütleye dönüştürme kapasitesidir. Modern ıslah çalışmaları, özellikle yapraklarda P_i homeostazisini koruyan genotiplerin, stres altında daha yüksek PUtE sergilediğini göstermektedir.

5.3. Genetik Varyasyon ve QTL Haritalama

Marul gen havuzu, PUE açısından muazzam bir çeşitlilik sunmaktadır. Beroueg ve ark. (2021) tarafından yürütülen geniş kapsamlı taramalarda, yabani marul türleri (*Lactuca serriola*) ile kültüre alınan marullar arasında P-alım stratejileri bakımından zıtlıklar saptanmıştır. Yabani genotiplerin daha derin kök yapısıyla "P-avcılığı" yaptığı, modern çeşitlerin ise yüksek gübreleme altında "maksimum alım" (PAE) odaklı olduğu görülmüştür. Bu durum, gelecekteki ıslah programlarında yabani genotiplerden P-verimlilik genlerinin (QTL) kültürel çeşitlere aktarılması gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Tablo 3. Marulda PUE bileşenleri ve kontrol mekanizmaları

Verimlilik Bileşeni	Tanım / Odak Noktası	Anahtar Genler / Mekanizmalar	Literatür Referansı
Alım Verimliliği (PAE)	Köklerin P'yi yakalama kapasitesi	*LsPHT1* Ailesi, Kök Mimarisi (RSA)	Cai vd. (2020)
Kullanım Etkinliği (PUtE)	Dokudaki P'nin biyokütleye dönüşümü	Vaküolar P-efflux, Karbon Bölünmesi	Beroueg vd. (2021)
P-Sinyalizasyonu	P-açlığı yanıtının koordinasyonu	*PHR1* Transkripsiyon Faktörleri	Gao vd. (2022)
Remobilizasyon	P'nin yaşlı yapraklardan gence aktarımı	*PHT* ve *PAP* (Asit Fosfatazlar)	Gao vd. (2020)

Genetik veriler incelendiğinde, marul ıslahında bir **"Seleksiyon Paradoksu"** göze çarpmaktadır: Yüksek PAE (alım) odaklı seleksiyon, bitkiyi kök gelişimine aşırı enerji harcamaya zorlayarak gövde verimini düşürebilir. Gelecekteki hedef, kök sistemini devasa büyütmek değil; Cai ve ark. (2020)'nın vurguladığı gibi, mevcut kök yüzeyindeki transporter afinitesini genetik mühendisliği ile optimize ederek, "enerji tasarruflu" bir P-alım modeli kurgulamaktır.

6. GÜNCEL AGRONOMİK VE TEKNOLOJİK YAKLAŞIMLAR

Marulda fosfor (P) yönetiminin geleceği, kimyasal girdi miktarını artırmak değil, mevcut P'nin biyoyararlanımını teknolojik ve biyolojik araçlarla maksimize etmektir. 2020 sonrası literatür, bu stratejiyi "Rizosfer Mühendisliği" ve "Geri Kazanılmış Gübreler" ekseninde konumlandırmaktadır.

6.1. Mikrobiyal İnokülasyon ve Sinerjistik Etkiler

Toprak mikrobiyomunun P-mobilizasyonundaki rolü, modern agronomide devrimsel bir değişim yaratmıştır. Bitki Gelişimini Teşvik Eden Rizobakteriler (PGPR) ve Arbusküler Mikorizal Funguslar (AMF), marul kökleriyle simbiyotik ilişkiler kurarak P-alımını dolaylı yollarla artırır.

Carrillo ve ark. (2025), özellikle *Naganishia albida* gibi mikroorganizmaların marul rizosferindeki etkisini incelemiş ve mikrobiyal aşılamanın, topraktaki inorganik fosfatın çözünürlüğünü %28 oranında artırdığını saptamıştır. Bu mikroorganizmalar, sadece fosfatı çözmekle kalmaz, aynı zamanda bitkinin antioksidan savunma sistemini de (SOD ve POD aktiviteleri) uyararak stres altında bile biyokütle kaybını minimize eder.

6.2. Döngüsel Ekonomi ve Struvit Kullanımı

Küresel kaya fosfat rezervlerinin azalması, atık sulardan P geri kazanımını (phosphorus recovery) bir zorunluluk haline getirmiştir. Struvit (magnezyum-amonyum-fosfat), bu süreçte elde edilen en vaat edici yavaş salınımlı gübredir.

Araştırmalar, struvitin marul yetiştiriciliğinde geleneksel Triple Süper Fosfat (TSP) kadar etkili olduğunu, ancak düşük çözünürlüğü sayesinde yıkanma (leaching) riskini %30-40 oranında azalttığını göstermektedir. Carrillo ve ark. (2025), struvitin mikrobiyal inokülantlarla kombine edildiğinde marulda PUE'yi maksimize eden en sürdürülebilir model olduğunu vurgulamıştır.

6.3. Hassas Tarım ve Uygulama Teknikleri

Geleneksel serpme (broadcast) gübreleme, P-fiksasyonu nedeniyle marulda oldukça verimsizdir. Kreutz ve ark. (2021), hassas gübreleme tekniklerinden biri olan "bant uygulaması"nın (banding), fosforun doğrudan kök bölgesine (rhizosphere) ulaştırılmasını sağlayarak PUE'yi %15 artırdığını kanıtlamıştır. Bu yöntem, özellikle yüksek P-fiksasyon kapasitesine sahip alkali topraklarda (Histosoller) gübre tasarrufu ve çevresel koruma için kritik bir agronomik yaklaşımdır.

Tablo 4. Marulda PUE'yi artıran modern agronomik stratejilerin karşılaştırılması

Strateji	Uygulama Yöntemi	Temel Fayda	PUE Artış Oranı	Kaynak
Mikrobiyal Aşılama	*N. albida* / AMF	Organik asit salınımı ve şelasyon	%20 - 28	Carrillo vd. (2025)
Geri Kazanılmış P	Struvit (Yavaş Salınım)	Düşük yıkanma, sürdürülebilir kaynak	%10 - 15 (TSP ile eşdeğer)	Carrillo vd. (2025)
Hassas Gübreleme	Bant (Banding) Uygulaması	Fiksasyonun önlenmesi	%15	Kreutz vd. (2021)
Genetik Seleksiyon	Yüksek PAE genotipleri	Genetik P-alım kapasitesi	%40'a kadar varyasyon	Beroueg vd. (2021)

Agronomik veriler, tek başına hiçbir yöntemin fosfor yönetiminde "sihirli formül" niteliği taşımadığını göstermektedir. Kreutz ve arkadaşları (2021) fiziksel uygulama tekniklerinin önemini vurgularken, Carrillo ve arkadaşları (2025) biyolojik çözümler üzerine yoğunlaşmaktadır. Marul üretiminde fosfor krizinin aşılabilmesi için, Carrillo'nun mikrobiyal–struvit etkileşimini Kreutz'un hassas uygulama yöntemleriyle bütünleştiren "Bütünleşik Fosfor Yönetim Sistemi" önerilmektedir. Bu hibrit yaklaşım, yalnızca verim artışı sağlamakla kalmayıp aynı zamanda marul üretiminin çevresel ayak izini de azaltma potansiyeline sahiptir.

7. SONUÇ VE GELECEK PERSPEKTİFLERİ

Yapmış olduğumuz bu literatür projeksiyonu, marulda fosfor (P) beslenmesinin klasik bir agronomik girdi olmaktan çıkıp, bitki fizyolojisi, moleküler biyoloji ve sürdürülebilirlik biliminin kesişme noktasında duran dinamik bir disipline dönüştüğünü kanıtlamaktadır. Son 15 yılda elde edilen bulgular, marulun fosfor kısıtlılığına karşı geliştirdiği yanıtların, sadece bir hayatta kalma stratejisi değil, aynı zamanda besinsel kaliteyi (antioksidan kapasitesi) artıran bir metabolik fırsat olduğunu ortaya koymuştur.

7.1. Mevcut Bilgi Birikiminin Sentezi

Bugün gelinen noktada, marulda yüksek **Fosfor Kullanım Verimliliği (PUE)** için üçlü bir saç ayağı tanımlanmıştır:

1. **Morfolojik Adaptasyon:** Lateral kök yoğunluğunun ve kök tüyü gelişiminin (RSA) maksimize edilmesi (Beroueg vd., 2021).
2. **Moleküler Pompalama:** *LsPHT1* taşıyıcı ailesinin genetik olarak optimize edilmesi (Cai vd., 2020).
3. **Rizosfer Sinerjisi:** Mikrobiyal inokülasyon ve struvit gibi geri kazanılmış gübrelerin entegrasyonu (Carrillo,vd., 2025).

7.2. Gelecek Perspektifleri ve Araştırma Boşlukları

Literatürdeki ilerlemelere rağmen, 2025 sonrası için çözüm bekleyen kritik alanlar şunlardır:

- **İklim Değişikliği İnteraksiyonu:** Artan atmosferik CO_2 ve kuraklık stresinin, marulun P-alım mekanizmaları üzerindeki interaktif etkileri henüz tam olarak haritalandırılmamıştır. Gelecek çalışmaların "çoklu stres" modellerine odaklanması gerekmektedir.
- **Hassas Gen Düzenleme (CRISPR/Cas9):** Cai ve ark. (2020) tarafından tanımlanan *LsPHT1* genlerinin CRISPR teknolojisi ile modifiye edilerek, fosforu "lüks tüketen" değil, "akıllıca kullanan" süper-verimli marul hatlarının geliştirilmesi en büyük ıslah hedefidir.
- **Dijital Tarım ve Yapay Zeka:** İnsansız hava araçları (İHA) ve hiperspektral sensörler aracılığıyla, marul tarlalarında P noksanlığının semptomlar oluşmadan (pre-symptomatic) teşhis edilmesi ve "değişken oranlı gübreleme" (VRT) sistemlerine entegrasyonu, agronomik verimlilikte yeni bir çağ açacaktır.

Derlememiz boyunca vurguladığımız gibi, fosforun sekonder metabolizma üzerindeki katalizör etkisi (Gao vd., 2022), gelecekte marulu sadece bir "yeşillik" değil, kontrollü P-stresi ile antioksidan içeriği zenginleştirilmiş bir "fonksiyonel gıda" (nutraceutical) olarak konumlandıracaktır.

KAYNAKÇA

Ahmed, S. S., Khan, M. A., Sani, I. A., Sharif, M., Shahwani, M. N., Afridi, S., & Ahmed, N. (2013). Impact of phosphorus levels on vegetative growth and seed yield of lettuce (Lactuca sativa L.) cultivars. *COMU Journal of Agriculture Faculty*, *1*(1), 95-100.

Beroueg, A., Lecompte, F., Mollier, A., & Pagès, L. (2021). Genetic variation in root architectural traits in Lactuca and their roles in increasing phosphorus-use-efficiency in response to low

phosphorus availability. *Frontiers in Plant Science*, *12*, 658321. https://doi.org/10.3389/fpls.2021.658321

Cai, S., Liu, F., & Zhou, B. (2020). Genome-wide identification and expression profile analysis of the PHT1 gene family in Gossypium hirsutum and its two close relatives of subgenome donor species. *International Journal of Molecular Sciences*, *21*(14), 4905. https://doi.org/10.3390/ijms21144905

Carrillo, V., Pérez, R., González, F., Santander, C., Ruiz, A., Holzapfel, E., ... & Vidal, G. (2025). Improved Phosphorus Bioavailability in Lettuce Crop via Naganishia albida Inoculation of Wastewater-Derived Struvite. *Agronomy*, *15*(2), 260. https://doi.org/10.3390/agronomy15020260

Gao, H., Mao, H., & Ullah, I. (2020). Analysis of metabolomic changes in lettuce leaves under low nitrogen and phosphorus deficiencies stresses. *Agriculture*, *10*(9), 406. https://doi.org/10.3390/agriculture10090406

Gao, H., Gong, L., Ni, J., & Li, Q. (2022). Metabolomics analysis of lettuce (Lactuca sativa L.) affected by low potassium supply. Agriculture, 12(8), 1153.

Hawkesford, M., Horst, W., Kichey, T., Lambers, H., Schjoerring, J., Skrumsager Møller, I., & White, P. (2012). Functions of macronutrients. In P. Marschner (Ed.), *Marschner's mineral nutrition of higher plants* (3rd ed., pp. 135–189). Academic Press.

Kreutz, G., Bhadha, J., Liu, G., Resende, M., Wright, A., Odero, D. C., & Sandoya, G. (2021). Strategies for improving phosphorus use efficiency in lettuce grown on histosols: HS1423, 10/2021. *EDIS*, *2021*(5).https://doi.org/10.32473/edis-hs1423-2021

Nawaz, F., Majeed, S., Farman, M., Sheteiwy, M. S., Al-Mamun, A., Nawaz, M., & Neumann, G. (2022). Biostimulants as regulators of stress metabolites to enhance drought and salinity stress tolerance in plants. In *Biostimulants for crop production and sustainable agriculture* (pp. 265-294). GB: CABI.

FOSFOR ELEMENTİNİN SEBZE GELİŞİMİ VE FİZYOLOJİSİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Öğr. Gör. Dr. Rana BAYTİN ALACI
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Başkale Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Organik Tarım Programı, Van
ORCID ID: 0000-0002-2814-2110

ÖZET

Fosfor (P), bitki yaşamı için vazgeçilmez olan on yedi temel besin elementinden biridir. Azot (N) ve potasyum (K) ile birlikte üç ana makro besin elementini oluşturur. Sebze yetiştiriciliğinde, yeterli fosfor beslenmesi, sadece yüksek verim elde etmek için değil, aynı zamanda ürün kalitesini, pazar değerini ve raf ömrünü artırmak için de hayati önem taşımaktadır. Topraklarda genellikle bol miktarda bulunmasına rağmen, fosforun bitkiler tarafından alınabilir formu olan inorganik ortofosfat (Pi) genellikle çok düşük konsantrasyonlardadır. Bu durum, fosforu dünya genelinde tarımsal üretimi en çok sınırlayan besin elementlerinden biri haline getirmektedir. Bu derleme, fosforun sebze gelişimi ve fizyolojisi üzerindeki çok yönlü etkilerini, moleküler mekanizmalarından tarımsal uygulamalara kadar kapsamlı bir şekilde incelemektedir. Çalışma, fosforun enerji metabolizması, genetik materyal sentezi, hücre zarı yapısı, sinyal iletimi, bitkilerdeki kök mimarisi gibi temel fizyolojik süreçlerdeki kritik rollerini açıklayarak fosfor elementinin sebze gelişimi ve fizyolojisi üzerindeki çok yönlü etkilerini, bilimsel literatür ışığında detaylı bir şekilde incelemeyi amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Fosfor, sebze fizyolojisi, ATP sentezi, hücre bölünmesi, kök mimarisi, PSR sistemi, fosfor yönetimi, biyolojik gübreleme

PHOSPHORUS AND ITS EFFECTS ON VEGETABLE GROWTH AND PHYSIOLOGY

ABSTRACT

Phosphorus (P) is one of the seventeen essential nutrient elements indispensable for plant life. Along with nitrogen (N) and potassium (K), it constitutes the three primary macronutrients. In vegetable cultivation, adequate phosphorus nutrition is vital not only for achieving high yields but also for enhancing product quality, market value, and shelf life. Although phosphorus is often abundant in soils, its plant-available form, inorganic orthophosphate (Pi), is typically present in very low concentrations. This makes phosphorus one of the most limiting nutrient elements for agricultural production worldwide. This review comprehensively examines the multifaceted effects of phosphorus on vegetable development and physiology, from molecular mechanisms to agricultural applications. The study aims to provide a detailed examination of the versatile impacts of the phosphorus element on vegetable growth and physiology in light of

scientific literature, by elucidating its critical roles in fundamental physiological processes such as energy metabolism, genetic material synthesis, cell membrane structure, signal transduction, and root architecture in plants.

Keywords: Phosphorus, vegetable physiology, ATP synthesis, cell division, root architecture, PSR system, phosphorus management, biological fertilization

1. GİRİŞ

Fosfor (P), bitki yaşam döngüsünün sürdürülebilirliği için elzem olan on yedi temel besin elementinden biri olarak tanımlanmakta; azot (N) ve potasyum (K) ile birlikte birincil makro besin grubunu oluşturmaktadır (Khan vd., 2023). Bu elementin enerji transferi (ATP), nükleik asit sentezi, hücresel membran bütünlüğü ve sinyal iletim mekanizmaları gibi temel biyokimyasal süreçlerde merkezi bir rol üstlendiği bildirilmiştir (Vance vd., 2003; Khan vd., 2023). Sebze yetiştiriciliğinde optimal fosfor beslemesinin, sadece birim alandan alınan verimi artırmakla kalmadığı, aynı zamanda ürünün morfolojik kalitesi, pazar değeri ve hasat sonrası raf ömrü üzerinde belirleyici olduğu saptanmıştır (Kacar & Katkat, 2018).

Tarımsal topraklarda toplam fosfor rezervi yüksek olsa da, bitkiler tarafından asimile edilebilen inorganik ortofosfat (Pi) konsantrasyonunun genellikle 1–10 µM gibi kritik düzeylerde seyrettiği rapor edilmiştir (Wang vd., 2018). Bu düşük yarayışlılık, fosforu küresel ölçekte bitkisel üretimi kısıtlayan temel faktörlerden biri haline getirmektedir. Uygulanan fosforlu gübrelerin yalnızca %15–25'lik bir kısmının ilk vejetasyon döneminde bitki tarafından alınabildiği, geri kalan kısmın ise toprak matriksinde fikse edilerek hem ekonomik kayıplara hem de su ekosistemlerinde ötrofikasyona sebebiyet verdiği saptanmıştır (Raghothama & Karthikeyan, 2005; Khan vd., 2023).

Sebze üretiminde fosfor eksikliğinin, kök mimarisinde meydana gelen bozulmalar, yaprak dokularında antosiyanin birikimine bağlı morarmalar ve fotosentetik elektron taşıma zincirindeki aksamalar ile karakterize edildiği belirtilmektedir (Carstensen vd., 2018; Kayoumu vd., 2023). Bu fizyolojik anormalliklerin, bitkinin biyotik ve abiyotik stres faktörlerine (kuraklık, tuzluluk vb.) karşı adaptasyon kapasitesini zayıflattığı ortaya konmuştur (Khan vd., 2023; Kayoumu vd., 2023).

Güncel araştırmalar, bitkilerin düşük fosfor koşullarına uyum sağlamak amacıyla geliştirdiği moleküler yanıtların, fosfat taşıyıcı gen ailelerinin (PHT) ekspresyonu ve sistemik sinyal yolakları aracılığıyla yönetildiğini göstermektedir (Wang vd., 2018; Paz-Ares vd., 2022). Fosfor kullanım etkinliğinin (PUE) artırılmasına yönelik stratejilerin, kök fenotiplemesi ve

genetik düzenlemeler gibi biyoteknolojik yaklaşımlarla desteklendiği vurgulanmaktadır (Lynch, 2011; Madison vd., 2023).

Bu derleme çalışmasında, fosfor elementinin sebze gelişimi ve fizyolojisi üzerindeki multidisipliner etkilerinin; hücresel mekanizmalardan tarımsal yönetim stratejilerine ve çevresel sürdürülebilirliğe kadar olan geniş bir perspektifte incelenmesi amaçlanmıştır.

2. FOSFORUN BİTKİ FİZYOLOJİSİNDEKİ TEMEL ROLLERİ

Fosforun, bitki bünyesinde enerji metabolizması, genetik materyal sentezi, membran bütünlüğü ve sinyal iletimi gibi yaşamsal süreçlerin temel bileşeni olduğu kabul edilmektedir. Bu elementin üstlendiği fizyolojik rollerin, sebze sağlığı, biyokütle üretimi ve nihai verimlilik parametreleri üzerinde belirleyici bir etkiye sahip olduğu saptanmıştır (Marschner, 2011; Khan vd., 2023).

2.1. Enerji Metabolizması ve ATP Sentezi

Bitkilerde enerji transferinin temel birimi olan adenozin trifosfatın (ATP), yapısında yüksek enerjili üç adet fosfat bağı barındırdığı saptanmıştır (Arnon, 1956). Fotosentez ve respirasyon süreçlerinde üretilen enerjinin bu bağlarda depolandığı; hücre bölünmesi, aktif besin alımı ve protein sentezi gibi enerji maliyeti yüksek metabolik aktivitelerde kullanıldığı bildirilmiştir (Rychter ve Rao, 2005; Syers vd., 2008). Fosfor eksikliği durumunda ATP sentezinin doğrudan sınırlandığı, buna bağlı olarak fotosentez oranının düştüğü ve karbonhidrat asimilasyonunun yavaşladığı tespit edilmiştir (Ticconi ve Abel, 2004; Kayoumu vd., 2023). Araştırmalar, düşük fosfor koşullarında hücresel ATP/ADP oranının önemli ölçüde azaldığını ve bitkilerin bu enerji krizine yanıt olarak glikolitik yolakları yeniden düzenlediğini ortaya koymuştur (Carstensen vd., 2018; He vd., 2023).

2.2. Genetik Materyal Sentezi ve Hücre Bölünmesi

Fosforun, deoksiribonükleik asit (DNA) ve ribonükleik asit (RNA) moleküllerinin yapısal omurgasını oluşturan fosfodiester bağlarının temel bileşeni olduğu bilinmektedir (Marschner, 2011; Khan vd., 2023). Nükleik asit sentezi için yeterli fosforun bulunmamasının, meristematik dokularda hücre bölünmesini ve yeni doku oluşumunu imkânsız hale getirdiği rapor edilmiştir. Kinematik çalışmalar, fosfor noksanlığının hücre döngüsünün G1 ve G2 fazlarını etkileyerek hücre bölünme oranını %19 oranında azalttığını kanıtlamıştır (Inzé & De Veylder, 2006; Kavanová vd., 2006). Ayrıca, fosfor eksikliğinin ribozomal RNA (rRNA) sentezini bozarak protein sentez kapasitesini düşürdüğü ve yaprak uzama hızında %39'a varan kayıplara yol açtığı saptanmıştır (Kavanová vd., 2006).

2.3. Hücre Zarları ve Membran Yapısı

Hücre membranlarının temel yapı taşı olan fosfolipitlerin, hücre bütünlüğünün korunması ve madde alışverişinin kontrolünde merkezi bir rol oynadığı bildirilmiştir (Cantley, 2002). Fosfor eksikliği durumunda membran akışkanlığının değiştiği, iyon pompalarının aktivitesinin azaldığı ve hücrenin dış stres faktörlerine karşı korumasız hale geldiği saptanmıştır (Wang vd., 2007; Li vd., 2006). Bu süreçte bitkilerin, mevcut fosforu korumak amacıyla fosfolipitleri galaktolipitler ve sülfolipitler ile yer değiştirerek membran yapısını modifiye ettikleri gözlemlenmiştir (Paz-Ares vd., 2022).

2.4. Sinyal İletim Yolakları ve Fosfor Eksikliği Yanıtı

Bitkilerin düşük fosfor seviyelerine karşı geliştirdiği adaptasyon stratejilerinin, karmaşık bir "Fosfor Açlığı Yanıtı" (PSR) sistemi tarafından yönetildiği bildirilmiştir (Paz-Ares vd., 2022; Madison vd., 2023). Bu sistemin merkezinde yer alan **PHR1** transkripsiyon faktörünün, fosfor eksikliğinde PSI genlerinin ekspresyonunu artırarak fosfor alımını teşvik ettiği saptanmıştır (Rubio vd., 2001; Bustos vd., 2010). Ayrıca, **miR399/PHO2** sinyal yolağının, sürgün ve kök dokuları arasındaki sistemik fosfor dengesini düzenlediği ve taşıyıcı proteinlerin degradasyonunu kontrol ettiği saptanmıştır (Fujii vd., 2005; Chiou vd., 2011). Homeostazın korunmasında **SPX** proteinlerinin de PHR1 aktivitesini dengeleyerek kritik bir regülasyon görevi üstlendiği vurgulanmıştır (Wang vd., 2014).

2.5. Fosfor Taşıyıcı Proteinleri (PHT Aileleri)

Fosforun topraktan alınması ve bitki içi organellere dağıtımı, özel PHT taşıyıcı protein aileleri tarafından gerçekleştirilmektedir (Wang vd., 2018). Yüksek afiniteli **PHT1** ailesi üyelerinin, 10–100 µM gibi düşük konsantrasyonlarda bile ATP bağımlı bir simport mekanizmasıyla fosfat alımını sağladığı saptanmıştır (Mudge vd., 2002; Bucher, vd.,2001). Kloroplastlarda lokalize olan **PHT2** ailesinin fotosentetik fosfor homeostazını, **PHT3** ve **PHT4** ailelerinin ise sırasıyla mitokondrial ve intrasellüler organeller arası fosfor taşınımını koordine ettiği bildirilmiştir (Versaw ve Harrison, 2002).

3. TOPRAKTA FOSFOR DİNAMİĞİ VE BİTKİ TARAFINDAN ALINIMI

Fosforun toprak solüsyonundaki mevcudiyeti, bitki tarafından doğrudan asimile edilebileceği anlamına gelmemektedir. Toprak pH'sının, inorganik fosfatın (Pi) kimyasal formunu ve dolayısıyla bitkiler tarafından alınabilirliğini belirleyen en kritik faktör olduğu saptanmıştır (Sanyal ve De Datta, 1991; Bates ve Lynch, 2001).

3.1. Toprak pH'ının Fosfor Alınabilirliğine Etkisi

Asidik karakterli topraklarda (pH < 6.0), fosforun demir (Fe) ve alüminyum (Al) oksitleri ile reaksiyona girerek çözünürlüğü oldukça düşük olan metal-fosfat komplekslerini oluşturduğu bildirilmiştir (Sanyal ve De Datta, 1991; Marschner, 2011). Buna karşın, alkali topraklarda (pH > 7.5), çözünürlüğü yüksek olan $H_2PO_4^-$ iyonunun kalsiyum (Ca) ile hızla etkileşime girerek kalsiyum-fosfat (Ca-P) bileşikleri şeklinde çökeldiği saptanmıştır (Sanyal ve De Datta, 1991; Syers vd., 2008). Yapılan araştırmalar, fosforun en yüksek biyoyararlanım oranına pH 6.0-7.0 aralığında ulaştığını ve bu aralıkta $H_2PO_4^-$ ile HPO_4^{2-} iyonlarının bitki alımına uygun dengede bulunduğunu ortaya koymuştur (Bates ve Lynch, 2001; Marschner, 2011).

3.2. Toprakta Fosfor Fiksasyonu

Toprağa uygulanan fosforlu gübrelerin, toprak matriksiyle girdiği kimyasal etkileşimler sonucunda hızla fiksasyona uğradığı belirlenmiştir (Khasawneh ve Doll, 1978; Syers vd., 2008). Özellikle kalkerli topraklarda mono-kalsiyum fosfatın kalsiyum karbonat ile reaksiyona girerek daha az çözünür formlara dönüştüğü saptanmıştır. Bu fiksasyon mekanizması nedeniyle, gübreleme yoluyla verilen fosforun sadece %15–25'lik bir kısmının ilk yıl bitkiler tarafından asimile edilebildiği, geri kalan kısmın ise toprakta sabitlenerek ekonomik ve çevresel risk oluşturduğu rapor edilmiştir (Raghothama ve Karthikeyan, 2005; Khan vd., 2023).

3.3. Bitki Tarafından Fosfor Alımı

Bitkilerin fosforu topraktan kök epidermal hücreleri ve kök tüyleri aracılığıyla, $H_2PO_4^-$ ve HPO_4^{2-} iyonları formunda aldıkları saptanmıştır (Jungk, 2001). Alım sürecinin, PHT (Phosphate Transporter) protein aileleri tarafından koordine edilen iki temel sistemle yürütüldüğü bildirilmiştir (Wang vd., 2018; Bucher vd., 2001).

1. **Yüksek Afiniteli Taşıma Sistemi (HATS):** Fosfor eksikliği koşullarında aktive olan, indüklenebilir bir sistemdir. Km değerinin 10–100 µM aralığında değiştiği ve proton elektrokimyasal gradyenti tarafından desteklendiği saptanmıştır (Raghothama ve Karthikeyan, 2005).
2. **Düşük Afiniteli Taşıma Sistemi (LATS):** Fosfor konsantrasyonunun yüksek olduğu (mM seviyesi) durumlarda aktif olan konstitütif bir sistemdir. Çözünenlerin konsantrasyon gradyentini takip ederek taşınmasını sağladığı bildirilmiştir (Bucher vd., 2001; Wang vd., 2018).

3.4. Kök Mimarisi Adaptasyonu

Fosfor noksanlığına karşı geliştirilen en belirgin morfolojik adaptasyonun, kök mimarisinin yeniden programlanması olduğu saptanmıştır (López-Bucio vd., 2003). Düşük fosfor stresine maruz kalan bitkilerde, birincil kök büyümesinin yavaşladığı, ancak lateral (yan) kök oluşumu ile kök tüyü yoğunluğunun artırılarak rhizosphere'de taranan alanın maksimize edildiği gözlemlenmiştir (Lynch, 2011; Madison vd., 2023). Ayrıca, bitkilerin kök/sürgün oranını artırarak mevcut kaynakları kök gelişimine tahsis ettiği belirlenmiştir. Bu adaptif değişimlerin, **TOR (Target of Rapamycin)** sinyal yolağı üzerinden düzenlendiği ve fosfor eksikliğinde azalan TOR aktivitesinin kök morfolojisini yeniden yapılandırdığı saptanmıştır (Ren vd., 2018; Choi vd., 2025).

4. FOSFOR EKSİKLİĞİNİN SEBZELER ÜZERİNDEKİ FİZYOLOJİK ETKİLERİ

Fosfor noksanlığı, sebzelerde metabolik süreçlerin aksamasına bağlı olarak bir dizi karakteristik semptom ve fizyolojik bozukluğa neden olmaktadır. Bu belirtilerin şiddetinin, eksikliğin süresine, çevresel koşullara ve bitki türüne göre varyasyon gösterdiği saptanmıştır.

4.1. Hücresel Düzeyde Fizyolojik Değişiklikler

Hücre Bölünmesi ve Uzaması: Kinematik araştırmalar, fosfor noksanlığının yaprak alanında meydana getirdiği daralmanın temelinde hücre üretim oranındaki (%19) ve hücre nihai uzunluğundaki (%20) azalmaların yattığını kanıtlamıştır (Kavanová vd., 2006). Hücre döngüsü analizlerinde, fosfor eksikliğinin özellikle DNA replikasyonunun gerçekleştiği S fazı ile G2 fazını inhibe ederek meristematik aktiviteyi yavaşlattığı saptanmıştır (Doerner vd., 1996; Cockcroft vd., 2000). Ayrıca, hücre duvarı enzimlerinin aktivitesindeki düşüşün ve turgor basıncındaki değişimlerin hücre genişlemesini doğrudan kısıtladığı rapor edilmiştir (Cockcroft vd., 2000).

Hücre İçi Fosfat Dağılımı: Bitki hücrelerinde fosforun ana depolama merkezi olan vakuollerden sitozole fosfat akışının, noksanlık durumunda metabolik talebi karşılayamadığı belirlenmiştir. Bu durumun, sitozolik ATP seviyelerini kritik düzeylere düşürerek protein sentezi ve iyon transportu gibi enerji bağımlı süreçleri sekteye uğrattığı saptanmıştır (Mimura vd., 1996).

4.2. Morfolojik Belirtiler

Vejetatif Gelişimde Stagnasyon (Bodur Büyüme): Fosfor eksikliğinin ilk makroskopik belirtisi, bitkinin genelinde gözlenen bodur büyüme formudur (Radin & Matthews, 1989). Yaprak yüzey alanında %30-50 oranında küçülme meydana geldiği ve bu durumun bitkinin toplam fotosentetik kapasitesini sınırladığı bildirilmiştir.

Anormal Renk Değişimleri: Noksanlık koşullarında yaprakların koyu, donuk ve mavimsi-yeşil bir renk aldığı gözlemlenmiştir (Graminho, 2015). Şiddetli eksiklik durumunda, özellikle yaşlı yapraklarda klorofil degradasyonu ve antosiyanin pigmentlerinin aşırı birikimine bağlı olarak karakteristik mor veya kırmızı renklenmelerin oluştuğu saptanmıştır (Vance vd., 2003).

Yaprak Deformasyonları: Hücre bölünmesindeki dengesizlikler ve turgor kaybı nedeniyle yaprakların geriye doğru kıvrıldığı (hiponastik yanıt) ve anatomik yapılarının bozulduğu rapor edilmiştir.

4.3. Bazı Sebze Türlerine Göre Spesifik Etkiler

Farklı sebze türlerinin fosfor noksanlığına verdiği fizyolojik yanıtlar aşağıda özetlenmiştir:

- **Domates (*Solanum lycopersicum*):** Meyve boyutunda ve sayısında önemli azalmalar meydana geldiği, şeker içeriğinin düştüğü ve meyve kalitesinin olumsuz etkilendiği saptanmıştır. Ayrıca fosfor noksanlığında, sürgün büyümesinin kök büyümesine oranla çok daha şiddetli kısıtlandığı ve buna bağlı olarak kök/sürgün oranının arttığı belirlenmiştir (Heuvelink, 2005; Marschner, 2011).
- **Biber (*Capsicum annuum*):** Kök gelişiminin en şiddetli etkilendiği türlerden biri olduğu, farklı genotiplerin fosfor kullanım etkinliği açısından geniş bir varyasyon sergilediği ortaya konmuştur (Akpınar, 2022; Yıldırımer, 2018).
- **Çilek (*Fragaria* × *ananassa*):** Fosfor eksikliğinin verimi %50–70 oranında düşürdüğü, meyve sertliğini azalttığı ve raf ömrünü kısalttığı saptanmıştır.
- **Lahana (*Brassica oleracea var. capitata*):** Baş bağlama sürecinin geciktiği, baş boyutunun ve doku sıklığının azaldığı gözlemlenmiştir.

4.4. Sebzelerde Spesifik Fosfor İhtiyaçları

Sebze türlerinin fosfor ihtiyaçları; kök mimarileri, büyüme hızları ve hasat edilen organın (meyve, yaprak, kök) metabolik talebine göre farklılık göstermektedir.

Sebze Türü	Fosfor İhtiyacı	Kritik Dönem	Fizyolojik Özellik / Etki	Kaynak
Domates	Yüksek	Çiçeklenme-Meyve Tutumu	Meyve kalitesi, şeker içeriği ve "lekeli olgunlaşma" kontrolü için kritiktir.	(Yıldırımer, 2018; Gill & Tuteja, 2010)
Biber	Yüksek	Çiçeklenme-Meyve Tutumu	Kök gelişimi şiddetli etkilenir; genotipler arası tolerans farkı belirgindir.	(Akpınar, 2022; Yıldırımer, 2018)
Patlıcan	Yüksek	Çiçeklenme-Meyve Tutumu	Başlangıç aşamasında güçlü bir kök sisteminin tesisi için gereklidir.	(Marschner, 2011)
Kabak/Hıyar	Orta	Çiçeklenme	Özellikle erkek çiçek oluşumu ve polen kalitesi fosfor düzeyine bağlıdır.	(Marschner, 2011)

Marul/Ispanak	Düşük	Yaprak Gelişimi	Yaprak kalitesi, doku gevreklik yapısı ve klorofil korunması ile ilişkilidir.	(Marschner, 2011)
Lahana	Orta	Baş Oluşumu	Başın doku sıklığı, boyutu ve hasat zamanının erkenciliği üzerinde etkilidir.	(Kavanová vd., 2006)
Havuç	Orta	Kök Gelişimi	Depo köklerin boyutu, şekli ve içeriğindeki şeker birikimi fosfor ile düzenlenir.	(Gill & Tuteja, 2010)

4.5. Verim ve Kalite Kaybı

Fosfor noksanlığının sebze üretiminde verim kaybının ötesinde, ürünün ticari değerini doğrudan etkileyen kalite parametrelerinde bozulmalara yol açtığı saptanmıştır (Kavanová vd., 2006). Bu kayıpların, azalan ATP üretimi ve bozulan antioksidan savunma sistemleri ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (Gill & Tuteja, 2010). Ayrıca, sebzelerin vitamin ve mineral içeriğinin düştüğü, bunun da ürünün besleyici değerini azalttığı saptanmıştır (Marschner, 2011).

5. FOSFOR GÜBRELEME STRATEJİLERİ VE YÖNETİMİ

Fosfor gübrelemesi, sebze üretiminde birim alandan alınan verimi ve ürün kalitesini maksimize etmek için uygulanan temel yönetim stratejilerinden biridir. Ancak fosforun toprak matriksinde hızla fiksasyona uğraması ve yüzey akışıyla su kaynaklarında ötrofikasyona yol açabilmesi, gübreleme rejimlerinin hassas bir şekilde planlanmasını zorunlu kılmaktadır (Raghothama ve Karthikeyan, 2005; Syers vd., 2008).B

5.1. Uygulama Zamanı ve Yöntemi

Fosforun toprak içerisindeki mobilitesinin oldukça sınırlı olması nedeniyle, uygulama zamanı ve yerleştirme derinliğinin kritik önem taşıdığı saptanmıştır (Randall ve Hoeft, 1988).

- **Optimum Uygulama Zamanı:** Fosforlu gübrelerin ekim/dikim öncesinde veya işlem sırasında kök bölgesine yakın derinliğe uygulanmasının, bitkinin erken vejetatif gelişim dönemindeki yüksek fosfor talebinin karşılanması açısından zaruri olduğu bildirilmiştir (Sørensen, 1995).
- **Bant Uygulaması (Band Placement):** Gübrenin tohum sırasının yaklaşık 5–10 cm yanına ve 2–5 cm altına yerleştirildiği bu yöntemin, serpme uygulamasına oranla verimliliği %30–50 oranında artırdığı belirlenmiştir. Bu yöntemde gübre-toprak temas yüzeyi azaldığı için fiksasyon hızı minimuma indirilmektedir (Randall ve Hoeft, 1988; Syers vd., 2008).
- **Yapraktan Uygulama ve Fertigasyon:** Topraktan alımın kısıtlandığı (düşük sıcaklık, ekstrem pH vb.) durumlarda, %0.5–1.0 konsantrasyonundaki solüsyonların (örneğin

MKP veya MAP) yapraktan uygulanmasının metabolik eksikliği hızla giderdiği saptanmıştır (Fageria vd., 2009). Damla sulama sistemi (fertigasyon) ile fosforun düşük dozlarda ve sürekli uygulanması ise, fosforun toprakta fikse olmasını engelleyerek fosfor kullanım etkinliğini (PUE) önemli ölçüde artırmaktadır (Kafkafi ve Tarchitzky, 2011).

5.2. Fosfor Gübre Türleri

Sebze yetiştiriciliğinde kullanılan fosforlu gübreler; kimyasal yapıları, suda çözünürlükleri ve salınım mekanizmalarına göre üç ana kategoride sınıflandırılmaktadır (Syers vd., 2008).

Mineral Kaynaklı Gübreler: İnorganik yapıdaki bu gübrelerin, yüksek çözünürlükleri sayesinde bitkiler tarafından hızla asimile edilebildiği saptanmıştır (Raghothama ve Karthikeyan, 2005).

- **Süperfosfat:** Yaklaşık %16–20 oranında P_2O_5 içerdiği ve kalsiyum sülfat içeriğiyle kükürt desteği sağladığı bildirilmiştir (Syers vd., 2008).
- **Triple Süperfosfat (TSP):** %44–48 oranında P_2O_5 ihtiva eden, suda çözünürlüğü yüksek konsantre bir fosfor kaynağı olduğu belirlenmiştir (Marschner, 2011).
- **Diamonyum Fosfat (DAP):** %18 N ve %46 P_2O_5 içeriğiyle, özellikle ekim aşamasında başlangıç gübresi olarak yaygın şekilde kullanıldığı rapor edilmiştir (Syers vd., 2008).
- **Monoamonyum Fosfat (MAP):** %11 N ve %52 P_2O_5 içeriğiyle suda tam çözünürlük sergilediği ve fertigasyon sistemleri için ideal olduğu saptanmıştır (Syers vd., 2008).

Organik Kaynaklı Gübreler: Sürdürülebilir tarım sistemlerinde tercih edilen bu kaynakların, fosforu toprak mikrobiyal aktivitesine bağlı olarak daha yavaş bir salınım periyoduyla sunduğu belirlenmiştir (Khan vd., 2023).

- **Kemik Unu:** %15–27 oranında P_2O_5 içeriğine sahip olduğu ve kalsiyum bakımından zengin, yavaş salınımlı bir kaynak işlevi gördüğü saptanmıştır (Marschner, 2011).
- **Balık Unu:** %4–10 oranında P_2O_5 içeren, aynı zamanda bitkisel protein ve azot desteği sağlayan bir organik kaynak olarak rapor edilmiştir.
- **Kaya Fosfatı:** %20–40 oranında P_2O_5 ihtiva etmekle birlikte, çözünürlüğü düşük olduğu için genellikle asidik topraklarda uzun vadeli iyileştirme amaçlı kullanıldığı bildirilmiştir (Sanyal ve De Datta, 1991).

Yavaş ve Kontrollü Salınımlı Gübreler: Geleneksel gübrelerin toprakta hızla fiksasyona uğramasını engellemek amacıyla geliştirilen bu formülasyonların, gübre kullanım verimliliğini %40–60 oranında artırdığı bildirilmiştir (Anonim, 2025).

- **Kaplamalı Gübreler:** Polimer veya reçine bazlı materyallerle kaplanan gübrelerde, fosforun salınım hızının toprak sıcaklığı ve nem değerlerine göre regüle edildiği saptanmıştır (Raghothama ve Karthikeyan, 2005).
- **Senkronize Besleme:** Bu gübrelerin, besin salınımını bitkinin kritik büyüme dönemlerindeki talebiyle senkronize ederek yıkanma ve bağlanma kayıplarını minimuma indirdiği belirlenmiştir (Syers vd., 2008).

5.3. Fosfor Kullanım Verimliliğini Artırma Stratejileri

Sürdürülebilir tarımsal üretim için sınırlı fosfor rezervlerinin verimli kullanılmasına yönelik biyolojik ve teknolojik yaklaşımlar geliştirilmiştir (Paz-Ares vd., 2022).

1. **Arbusküler Mikorizal Funguslar (AMF):** Köklerle simbiyotik ilişki kuran mantar hiflerinin, kök taranma alanını genişleterek fosfor alımını %30–60 oranında artırdığı saptanmıştır (Smith & Read, 2008; Finkel vd., 2019). AMF'nin bitki toplam fosfor ihtiyacının %80'ine kadar katkı sağlayabildiği bildirilmiştir (Paries & Gutjahr, 2023).
2. **Fosfat Çözücü Mikroorganizmalar (PSM):** *Bacillus* ve *Pseudomonas* gibi bakteri cinslerinin, salgıladıkları organik asitler ve fosfataz enzimleri aracılığıyla toprakta bağlı bulunan fosforun %20–30'unu çözünebilir forma dönüştürdüğü belirlenmiştir (Tarafdar ve Jungk, 1987; Sharma vd., 2013).
3. **Genetik ve Nanoteknolojik Yaklaşımlar:** Fosfor kullanım etkinliği yüksek (P-efficient) genotiplerin (özellikle domates ve biberde) seçimi, gübre ihtiyacını minimize eden en sürdürülebilir yöntem olarak görülmektedir (Yıldırımer, 2018). Ayrıca nano-fosfor gübrelerin, yüksek yüzey alanı sayesinde biyoyararlanımı %40–50 oranında artırdığı rapor edilmiştir (Abobatta, 2023).

Sürdürülebilir tarımsal üretim için sınırlı fosfor rezervlerinin verimli kullanılmasına yönelik biyolojik ve teknolojik yaklaşımlar geliştirilmiştir (Paz-Ares vd., 2022).

1. **Arbusküler Mikorizal Funguslar (AMF):** Köklerle simbiyotik ilişki kuran mantar hiflerinin, kök taranma alanını genişleterek fosfor alımını %30–60 oranında artırdığı saptanmıştır (Smith & Read, 2008; Finkel vd., 2020). AMF'nin bitki toplam fosfor ihtiyacının %80'ine kadar katkı sağlayabildiği bildirilmiştir (Paries & Gutjahr, 2023).
2. **Fosfat Çözücü Mikroorganizmalar (PSM):** *Bacillus* ve *Pseudomonas* gibi bakteri cinslerinin, salgıladıkları organik asitler ve fosfataz enzimleri aracılığıyla toprakta bağlı bulunan fosforun %20–30'unu çözünebilir forma dönüştürdüğü belirlenmiştir (Tarafdar ve Jungk, 1987; Sharma vd., 2013).

3. **Genetik ve Nanoteknolojik Yaklaşımlar:** Fosfor kullanım etkinliği yüksek (P-efficient) genotiplerin (özellikle domates ve biberde) seçimi, gübre ihtiyacını minimize eden en sürdürülebilir yöntem olarak görülmektedir (Yıldırımer, 2018). Ayrıca nano-fosfor gübrelerin, yüksek yüzey alanı sayesinde biyoyararlanımı %40–50 oranında artırdığı rapor edilmiştir (Abobatta, 2023).

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Fosforun, sebze yetiştiriciliğinde verim ve kalite parametrelerini belirleyen en kritik makro besin elementlerinden biri olduğu saptanmıştır. Moleküler düzeyden tarımsal uygulamalara kadar uzanan bu süreçte fosforun; enerji metabolizması (ATP), genetik materyal sentezi (DNA ve RNA) ve hücresel sinyal iletim yolaklarında ikame edilemez roller üstlendiği belirlenmiştir.

Mevcut Durumun Değerlendirilmesi

Yapılan incelemeler sonucunda, topraktaki fosforun bitki tarafından alınabilir formunun (inorganik ortofosfat) oldukça düşük seviyelerde kaldığı ve uygulanan gübrelerin yalnızca %15–25 oranında bitki bünyesine alınabildiği rapor edilmiştir. Bu durumun, hem ekonomik kayıplara hem de toprak fiksasyonu ile çevresel kirlilik riskine yol açtığı saptanmıştır. Bu bağlamda, geleneksel serpme gübreleme yerine;

- **Bant uygulaması (Band placement)**,
- **Fertigasyon (Damla sulama ile gübreleme)**,
- **Yapraktan destekleyici uygulamalar** gibi modern yöntemlerin kullanımının, fosfor kullanım etkinliğini (PUE) artırmak adına zaruri olduğu belirlenmiştir.

Sürdürülebilir Yönetim Stratejileri

Sürdürülebilir bir sebze üretimi için mineral gübre kullanımının biyolojik çözümlerle entegre edilmesi gerektiği saptanmıştır. Özellikle;

- **Arbusküler Mikorizal Funguslar (AMF)** ve **Fosfat Çözücü Mikroorganizmaların (PSM)** kullanımıyla topraktaki bağlı fosforun çözünürlüğünün artırılabileceği,
- **Örtücü bitkiler** ve **ara ekim** sistemlerinin, kök salgıları vasıtasıyla bir sonraki ürün için fosfor rezervlerini mobilize edebileceği rapor edilmiştir.

Öneriler

Fosfor kaynaklarının dünyada sınırlı ve yenilenemez olması, gelecekteki araştırmaların daha teknolojik ve genetik odaklı olmasını zorunlu kılmaktadır. Bu kapsamda;

- Fosfor eksikliğine tolerant ve fosfor kullanım etkinliği yüksek **yeni sebze genotiplerinin** geliştirilmesi,

- Gübre kayıplarını minimize eden **nanoteknolojik (nano-fosfor)** gübre formülasyonlarının yaygınlaştırılması,
- **Dijital tarım** ve hassas tarım teknikleriyle, bitkinin anlık ihtiyacına göre optimize edilmiş fosfor yönetim sistemlerinin kurulması öngörülmektedir.

Bilimsel temelli toprak analizlerine dayalı entegre bir fosfor yönetimi; üreticiler için ekonomik kazanç sağlarken, ekosistemin korunmasına ve küresel gıda güvenliğinin sürdürülebilirliğine doğrudan katkı sunacaktır.

Fosfor, sebze yetiştiriciliğinde hem verimi hem de ürün kalitesini belirleyen kritik bir elementtir. Gelecekteki araştırmaların fosfor eksikliğine tolerant sebze çeşitlerinin geliştirilmesine, nanoteknoloji uygulamalarına ve dijital tarım teknikleriyle fosfor yönetiminin optimizasyonuna odaklanması beklenmektedir. Ayrıca ara ekim ve örtücü bitkiler gibi sürdürülebilir uygulamalar ile mikorizal simbiyozun etkin kullanımı, sebze üretiminde fosfor kullanım verimliliğini (PUE) artırmada kritik öneme sahiptir.

Bant uygulaması, damla sulama ve yapraktan uygulama gibi yöntemlerin geliştirilmesi, fosforun toprakta fikse edilmesini azaltarak bitki tarafından alınabilirliğini optimize edecektir. Sonuç olarak, sebze üretiminde fosfor yönetiminin modern teknolojik yaklaşımlarla entegre edilmesi, hem tarımsal sürdürülebilirliğin sağlanması hem de küresel gıda güvenliğinin korunması açısından vazgeçilmez bir stratejidir. Bu bütünsel yaklaşım, çevresel ayak izini azaltırken verimlilik ve kalite standartlarını en üst seviyeye taşıyacaktır.

7. KAYNAKÇA

Abobatta, W., & Abd Alla, M. (2023). Role of phosphates fertilizers in sustain horticulture production: Growth and productivity of vegetable crops. *Asian journal of agricultural research*, *17*(1), 1-7. https://doi.org/10.3923/ajar.2023.1.7

Akpınar, Ç. (2022). İki Farklı Yetiştirme Döneminde Mikoriza ve Fosfor Uygulamalarının Dolmalık Biber Bitkisinin Gelişimi ve Besin Elementleri Alımına Etkisi. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, *5*(3), 1781-1790. https://doi.org/10.47495/okufbed.1142571

Anonim (2025). https://olimpum.com/akademi/

Arnon, D. I. (1956). Phosphorus metabolism and photosynthesis. *Annual Review of Plant Physiology*, *7*(1), 325-356. https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev.pp.07.060156.001545

Bates, T. R., & Lynch, J. P. (2001). Root hairs confer a competitive advantage under low phosphorus availability. Plant and Soil, 236(2), 243-250.

Bucher, M., Rausch, C., & Daram, P. (2001). Molecular and biochemical mechanisms of phosphorus uptake into plants. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, *164*(2), 209–217. https://doi.org/10.1002/1522-2624(200104)164:2<209::AID-JPLN209>3.0.CO;2-F

Bustos, R., Castrillo, G., Linhares, F., Puga, M. I., Rubio, V., Pérez-Pérez, J., ... & Paz-Ares, J. (2010). A central regulatory system largely controls transcriptional activation and repression responses to phosphate starvation in Arabidopsis. PLoS genetics, 6(9), e1001102.

Cantley, L. C. (2002). The phosphoinositide 3-kinase pathway. *Science*, *296*(5573), 1655-1657. https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.296.5573.1655

Carstensen, A., A. Herdean, S. B. Schmidt, A. Sharma, C. Spetea, M. Pribil dan S. Husted. 2018. The impacts of phosphorus deficiency on the photosynthetic electron transport chain. Plant Physiology 177: 271-284.

Chiou, T. J., & Lin, S. I. (2011). Signaling network in sensing phosphate availability in plants. *Annual review of plant biology*, *62*(1), 185-206.

Choi, I., Cho, H., Brandizzi, F., & Rouached, H. (2025). Phosphorus deficiency and root growth: the role of TOR signaling in adaptive responses. *Journal of Experimental Botany*, eraf204. https://doi.org/10.1093/jxb/eraf204

Cockcroft, C. E., den Boer, B. G., Healy, J. M., & Murray, J. A. (2000). Cyclin D control of growth rate in plants. *Nature*, *405*(6784), 575–579. https://doi.org/10.1038/35015548

Doerner, P., Jørgensen, J. E., You, R., Steppuhn, J., & Lamb, C. (1996). Control of root growth and development by cyclin expression. *Nature*, *380*(6570), 520–523. https://doi.org/10.1038/380520a0

Fageria, N. K., Filho, M. B., Moreira, A., & Guimarães, C. M. (2009). Foliar fertilization of crop plants. *Journal of plant nutrition*, *32*(6), 1044-1064. https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01904160902872826

Finkel, O. M., Salas-González, I., Castrillo, G., Conway, J. M., Law, T. F., Teixeira, P. J. P. L., ... & Dangl, J. L. (2020). A single bacterial genus maintains root growth in a complex microbiome. *Nature*, *587*(7832), 103-108. https://www.nature.com/articles/s41586-020-2778-7

Fujii, H., Chiou, T. J., Lin, S. I., Aung, K., & Zhu, J. K. (2005). A miRNA involved in phosphate-starvation response in Arabidopsis. *Current Biology*, *15*(22), 2038-2043. https://www.cell.com/current-biology/fulltext/S0960-9822(05)01216-9

Gill, S. S., & Tuteja, N. (2010). Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, *48*(12), 909–930. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2010.08.016

Graminho, R. (2015). Purification and Characterization of the Phytase Produced by Burkholderia sp. Strain a13 Isolated from the Aquatic Environment. https://tsukuba.repo.nii.ac.jp/record/35752/file_preview/DA07341.pdf

He, J. Z., Dorion, S., Carmona-Rojas, L. M., & Rivoal, J. (2023). Carbon Fluxes in Potato (Solanum tuberosum) Remain Stable in Cell Cultures Exposed to Nutritional Phosphate Deficiency. *Biology*, *12*(9), 1190. https://www.mdpi.com/2079-7737/12/9/1190

Heuvelink, E. (Ed.). (2005). Tomatoes (Crop Production Science in Horticulture, 13). CABI Publishing.

Inzé, D., & De Veylder, L. (2006). Cell cycle regulation in plant development. *Annu. Rev. Genet.*, *40*(1), 77-105.

Jungk, A. O. (2001). Root hairs and the acquisition of plant nutrients from soils. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, *164*(2), 121–129. https://doi.org/10.1002/1522-2624(200104)164:2<121::AID-JPLN121>3.0.CO;2-6

Kacar, B., & Katkat, A. V. (2018). *Gübreler ve Gübreleme Tekniği*. Nobel Akademik Yayıncılık.

Kafkafi, U., & Tarchitzky, J. (2011). A Tool for Efficient Fertilizer and Water Management. *International Potash Institute (IPI): Paris, France*, 1-123. https://www.haifa-group.com/sites/default/files/ifa_fertigation-Kafkafi-511.pdf

Kavanová, M., Lattanzi, F. A., Grimoldi, A. A., & Schnyder, H. (2006). Phosphorus deficiency decreases cell division and elongation in grass leaves. *Plant physiology*, *141*(2), 766-775.

Kayoumu, M., Iqbal, A., Muhammad, N., Li, X., Li, L., Wang, X., Gui, H., Qi, Q., Ruan, S., Guo, R., Zhang, X., Song, M., & Dong, Q. (2023). Phosphorus availability affects the photosynthesis and antioxidant system of contrasting low-P-tolerant cotton genotypes. *Antioxidants*, 12(2), 466. https://doi.org/10.3390/antiox12020466

Khan, F., Siddique, A. B., Shabala, S., vd. (2023). Phosphorus plays key roles in regulating plants' physiological responses to abiotic stresses. *Plants*, 12(15), 2861. https://doi.org/10.3390/plants12152861

Khasawneh, FE and EC Doll. 1978. The use of phosphate rock for direct application to soils. Adv. Agron. 30:159-206.

Li, S., Assmann, S. M., & Albert, R. (2006). Predicting essential components of signal transduction networks: a dynamic model of guard cell abscisic acid signaling. *PLoS biology*, *4*(10), e312.

López-Bucio, J., Cruz-Ramírez, A., & Herrera-Estrella, L. (2003). The role of nutrient availability in regulating root architecture. *Current Opinion in Plant Biology*, *6*(3), 280–287. https://doi.org/10.1016/S1369-5266(03)00035-9

Lynch, J. P. (2011). Root phenes for enhanced soil exploration and phosphorus acquisition: Tools for future crops. *Plant Physiology*, *156*(3), 1041–1049. https://doi.org/10.1104/pp.111.175414

Madison, I., Gillan, L., Peace, J., Gabrieli, F., Van den Broeck, L., Jones, J. L., & Sozzani, R. (2023). Phosphate starvation: response mechanisms and solutions. *Journal of Experimental Botany*, *74*(21), 6417-6430. https://doi.org/10.1093/jxb/erad326

Marschner, H. (Ed.). (2011). *Marschner's mineral nutrition of higher plants*. Academic press. https://books.google.com.tr/books?hl=tr&lr=&id=yqKV3USG41cC&oi=fnd&pg=PP1&dq=Marschner,+H.+(2012).+Marschner%E2%80%99s+Mineral+Nutrition+of+Higher+Plants+(3rd+ed.).+Academic+Press.&ots=Vd8KS9wUGe&sig=ihZbfka17ROSzSwwS7_SHOpZcLs&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false

Mimura, T., Sakano, K., & Shimmen, T. (1996). Studies on the distribution, re-translocation and homeostasis of inorganic phosphate in barley leaves. *Plant, Cell & Environment*, *19*(3), 311-320. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-3040.1996.tb00253.x

Mudge, S. R., Rae, A. L., Diatloff, E., & Smith, F. W. (2002). Expression analysis suggests novel roles for members of the Pht1 family of phosphate transporters in Arabidopsis. *The Plant Journal*, *31*(3), 341-353. https://doi.org/10.1046/j.1365-313X.2002.01356.x

Paries, M., & Gutjahr, C. (2023). The good, the bad, and the phosphate: regulation of beneficial and detrimental plant–microbe interactions by the plant phosphate status. *New Phytologist*, *239*(1), 29-46. https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/nph.18933

Paz-Ares, J., Puga, M. I., Rojas-Triana, M., Martinez-Hevia, I., Diaz, S., Poza-Carrión, C., ... & Leyva, A. (2022). Plant adaptation to low phosphorus availability: Core signaling, crosstalks, and applied implications. *Molecular Plant*, *15*(1), 104-124.

Radin, J., & Matthews, M. (1989). Water transport properties of cortical cells in roots of nitrogen- and phosphorus-deficient cotton seedlings.. *Plant physiology*, 89 1, 264-8 . https://doi.org/10.1104/pp.89.1.264.

Raghothama, K. G., & Karthikeyan, A. S. (2005). Phosphate acquisition. *Plant and Soil*, *274*(1), 37-49. https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-004-2005-6

Randall, G. W., & Hoeft, R. G. (1988). Placement methods for improved efficiency of P and K fertilizers: A review. *Journal of Production Agriculture*, *1*(1), 70–79. https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2134/jpa1988.0070

Ren, P., Meng, Y., Li, B., Ma, X., Si, E., Lai, Y., ... & Wang, H. (2018). Molecular mechanisms of acclimatization to phosphorus starvation and recovery underlying full-length transcriptome profiling in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Frontiers in Plant Science*, *9*, 500. https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00500

Rubio, V., Linhares, F., Solano, R., Martín, A. C., Iglesias, J., Leyva, A., & Paz-Ares, J. (2001). A conserved MYB transcription factor involved in phosphate starvation signaling both in vascular plants and in unicellular algae. *Genes & Development*, *15*(16), 2122–2133. https://genesdev.cshlp.org/content/15/16/2122.short

Rychter, A. M., & Rao, I. M. (2005). Role of phosphorus in photosynthesis. In M. Pessarakli (Ed.), *Handbook of photosynthesis* (2nd ed., pp. 123–148). CRC Press.

Sanyal, S. K., & De Datta, S. K. (1991). Chemistry of phosphorus transformations in soil. In *Advances in soil science: volume 16* (pp. 1-120). New York, NY: Springer New York. https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4612-3144-8#page=11

Sharma, S. B., Sayyed, R. Z., Trivedi, M. H., & Gobi, T. A. (2013). Phosphate solubilizing microbes: Sustainable approach for managing phosphorus deficiency in agricultural soils. *SpringerPlus*, *2*, 587. https://doi.org/10.1186/2193-1801-2-587

Smith, S. E., & Read, D. J. (2010). *Mycorrhizal symbiosis*. Academic press. https://books.google.com/books?hl=tr&lr=&id=qLciOJaG0C4C&oi=fnd&pg=PP1&dq=Smith,+S.+E.,+%26+Read,+D.+J.+(2008).+Mycorrhizal+symbiosis+(3rd+ed.).+Academic+Press.&ots=zsxXf-YxtQ&sig=wYj2DxqoNa6AO75Y1nGKqoeqkJ0

Sørensen, J. (1995). Improved N efficiency in vegetable production by fertilizer placement and irrigation. *Ecological aspects of Vegetable Fertigation in Integrated crop Production in the Field* 428, 131-140. https://www.actahort.org/books/428/428_14.htm

Syers, J. K., Johnston, A. E., & Curtin, D. (2008). *Efficiency of soil and fertilizer phosphorus use: Reconciling changing concepts of soil phosphorus behaviour with agronomic information*. FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin No. 18. Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://www.fao.org/4/a1595e/a1595e00.pdf

Tarafdar, J. C., & Jungk, A. (1987). Phosphatase activity in the rhizosphere and its relation to the depletion of soil organic phosphorus. *Biology and Fertility of Soils*, 3(4), 199–203. https://link.springer.com/article/10.1007/BF00640630

Ticconi, C. A., & Abel, S. (2004). Short on phosphate: plant surveillance and countermeasures. *Trends in plant science*, *9*(11), 548-555. https://www.cell.com/trends/plant-science/fulltext/S1360-1385(04)00222-5?large_figure=true&code=cell-site

Vance, C. P., Uhde-Stone, C., & Allan, D. L. (2003). Phosphorus acquisition and use: Critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. *New Phytologist*, 157(3), 423–447. https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.2003.00695.x

Versaw, W. K., & Harrison, M. J. (2002). A chloroplast phosphate transporter, PHT2;1, influences allocation of phosphate within the plant and phosphate-starvation responses. *The Plant Cell*, 14(8), 1751–1766. https://doi.org/10.1105/tpc.002220

Wang, F., Deng, M., Xu, J., Zhu, X., & Mao, C. (2018, February). Molecular mechanisms of phosphate transport and signaling in higher plants. In *Seminars in cell & developmental biology* (Vol. 74, pp. 114-122). Academic Press. https://doi.org/10.1016/j.semcdb.2017.06.013

Wang, Y. P., Li, Y. H., Guan, R. X., Liu, Z. X., Chen, X. T., Chang, R. Z., & Qiu, L. J. (2007). The mechanism of root hair development and molecular regulation in plants. *Yi Chuan= Hereditas*, *29*(4), 413-419.

Wang, Z., Ruan, W., Shi, J., Zhang, L., Xiang, D., Yang, C., ... & Wu, P. (2014). Rice SPX1 and SPX2 inhibit phosphate starvation responses through interacting with PHR2 in a phosphate-dependent manner. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *111*(41), 14953-14958. https://doi.org/10.1073/pnas.1404680111

Yıldırımer, A. S. (2018). *Farklı biber genotiplerinin fosfor kullanım etkinliğinin belirlenmesi* [Master's thesis]. Ordu University.

MİGREN İÇİN TERAPÖTİK BİR AJAN OLAN LASMİDİTAN'IN MOLEKÜLER YERLEŞTİRME VE DFT ANALİZİ

Özlem GÜNDOĞDU AYTAÇ
Kırşehir Ahi Evran Unıversity, Kaman Vocational School, Food Processing Department, 40100 Merkez, Kırşehir
ORCID: 0000-0002-6943-9674
Sertan AYTAÇ
Kırşehir Ahi Evran Unıversity, Kaman Vocational School, Food Processing Department, 40100 Merkez, Kırşehir
ORCID: 0000-0002-3196-4545
Emel EKİNCİ
Çankırı Karatekin University, Central Research Laboratory, Application and Research Center, 18100 Merkez, Çankırı
ORCID: 0000-0003-2323-2747

ÖZET

Bu çalışmada, migren tedavisinde kullanılan Lasmiditan'ın kuantum kimyasal özellikleri ve kalsitonin gen ilişkili peptit (CGRP) protein kompleksi (PDB ID: 7KNU) ile bağlanma davranışı, referans ilaç Naproksen ile karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Lasmiditan'ın geometrik optimizasyonu ve frekans analizleri, yoğunluk fonksiyonel teorisi (DFT) kapsamında B3LYP/6-311++G(d,p) düzeyinde gerçekleştirilmiş ve elde edilen optimize yapı, elektronik yapı analizleri ile moleküler yerleştirme çalışmalarının temelini oluşturmuştur. Ön sınır moleküler orbital (HOMO–LUMO) enerjileri ve bunlardan türetilen küresel reaktivite parametreleri, Lasmiditan'ın yüksek kimyasal reaktiviteye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Düşük HOMO–LUMO enerji aralığı, molekülün elektron geçişlerine yatkın ve biyolojik ortamlarda etkileşime açık bir yapı sergilediğini göstermektedir. Moleküler elektrostatik potansiyel (MEP) haritaları, hidrojen bağı verici ve alıcı bölgelerin Lasmiditan yapısında belirgin olduğunu ve elektrostatik, hidrojen bağı ile hidrofobik etkileşimlerin CGRP reseptörü ile bağlanmada birlikte rol oynadığını ortaya koymuştur. Moleküler yerleştirme sonuçları, Lasmiditan'ın CGRP proteinine Naproksen'e kıyasla daha yüksek bağlanma afinitesi (–7.39 kcal/mol) sergilediğini ve aktif bölgede daha kararlı bir kompleks oluşturduğunu göstermiştir. Sonuç olarak, DFT ve moleküler yerleştirme analizlerinin birlikte değerlendirilmesi, Lasmiditan'ın CGRP hedefi için güçlü ve seçici bir bağlanma potansiyeline sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Lasmiditan, DFT, Moleküler Yerleştirme

MOLECULAR DOCKING AND DFT ANALYSIS OF LASMIDITAN AS A THERAPEUTIC AGENT FOR MIGRAINE

ABSTRACT

This study investigated the quantum chemical properties of Lasmiditan, used in the treatment of migraine, and its binding behavior to the calcitonin gene-related peptide (CGRP) protein complex (PDB ID: 7KNU), in comparison with the reference drug Naproxen. Geometric optimization and frequency analyses of Lasmiditan were performed at the B3LYP/6-311++G(d,p) level within the framework of density functional theory (DFT), and the resulting optimized structure formed the basis for electronic structure analyses and molecular docking studies. The front-boundary molecular orbital (HOMO–LUMO) energies and the resulting spherical reactivity parameters revealed that Lasmiditan exhibits high chemical reactivity. The low HOMO–LUMO energy range indicates that the molecule is amenable to electron transitions and exhibits a structure open to interaction in biological environments. Molecular electrostatic potential (MEP) maps revealed that hydrogen bond donor and acceptor sites are prominent in the Lasmiditan structure, and that electrostatic, hydrogen bond, and hydrophobic interactions play a combined role in binding to the CGRP receptor. Molecular docking results showed that Lasmiditan exhibited a higher binding affinity (–7.39 kcal/mol) to the CGRP protein compared to naproxen and formed a more stable complex at the active site. In conclusion, the combined evaluation of DFT and molecular docking analyses reveals that Lasmiditan possesses a strong and selective binding potential for the CGRP target.

Keywords: Lasmiditan, DFT, Molecular Docking

1. INTRODUCTION

Migraine is a recurrent neurovascular headache disorder (Köseler 2017). For diagnosis, a person must have experienced at least five migraine attacks in their lifetime. Untreated headache episodes typically last between 4 and 72 hours and show at least two of the following characteristics: unilateral location, pulsating quality, moderate to severe intensity, or worsening with routine physical activity (Berger et al. 2020). Migraine is more than a headache. It is a chronic condition that can significantly reduce quality of life. Uncontrolled pain may cause both physiological and psychological disturbances, affecting daily functioning (Soyuer & Kepenek-Varol, 2019). This neurological disorder affects over one billion people worldwide. It is a leading cause of disability, especially in individuals under 50 (Chen et al. 2020; Gawde et al. 2023).

Attacks often include moderate to severe headaches, nausea, vomiting, and sensitivity to light and sound, which substantially reduce quality of life (Puledda et al. 2023; Öntürk Akyüz 2021). The understanding of migraine has shifted from classical vascular theories to neurological mechanisms (Hoffmann et al. 2019). Neurotransmitter release in the cortex, subcortex, and brainstem plays a key role in initiating attacks, though the exact mechanisms are not fully understood (Hasırıcı Bayır 2021). Common triggers include stress, sleep disturbances, hormonal changes, environmental factors, and certain foods (Marmura 2018).

Migraine treatment includes both acute and specific therapies (Öztürk 2013). Acute treatment often involves NSAIDs such as paracetamol, aspirin, ibuprofen, naproxen, and diclofenac, along with antiemetics like metoclopramide and domperidone (Láinez et al. 2013; Roceanu et al. 2015). Specific therapy mainly targets 5-$HT_1B/_1D$ receptors with triptans, such as sumatriptan, zolmitriptan, rizatriptan, and naratriptan (Durgaprasad et al. 2022; Deng et al. 2024).

Lasmiditan is a newer option. It is a selective 5-HT_1F receptor agonist in the “ditan” class and is effective in acute migraine management (Durgaprasad et al. 2022; Shibata et al. 2024). Unlike triptans, Lasmiditan does not cause vascular constriction, making it safer for patients with cardiovascular risks. Its high lipophilicity allows it to reach the central nervous system and potentially modulate central sensitization (Beauchene & Levien, 2021). Preclinical studies show that Lasmiditan reduces migraine pain by inhibiting CGRP and glutamate release through peripheral and central 5-HT_1F receptors (Labastida-Ramírez et al. 2020). Clinical studies report that both oral and intravenous Lasmiditan reduce headache intensity effectively (Brandes et al. 2019). Common side effects are mostly related to the central nervous system, including dizziness, paresthesia, somnolence, and fatigue (Clemow et al. 2020).

Preventive migraine therapies include propranolol, topiramate, amitriptyline, and flunarizine (Liu et al. 2024). Understanding the role of CGRP in migraine has led to new treatments, such as CGRP monoclonal antibodies and gepants (Nicol & Burkett 2025). Monoclonal antibodies, including erenumab, fremanezumab, galcanezumab, and eptinezumab, are effective in episodic and chronic migraine (Nagaraj et al. 2021). Gepants, like ubrogepant, rimegepant, zavegepant, and atogepant, are safe and effective for both acute and preventive therapy (Haghdoost et al. 2023; Labastida-Ramírez et al. 2020). Some commonly used pharmacological agents for migraines are shown in Fig. 1.

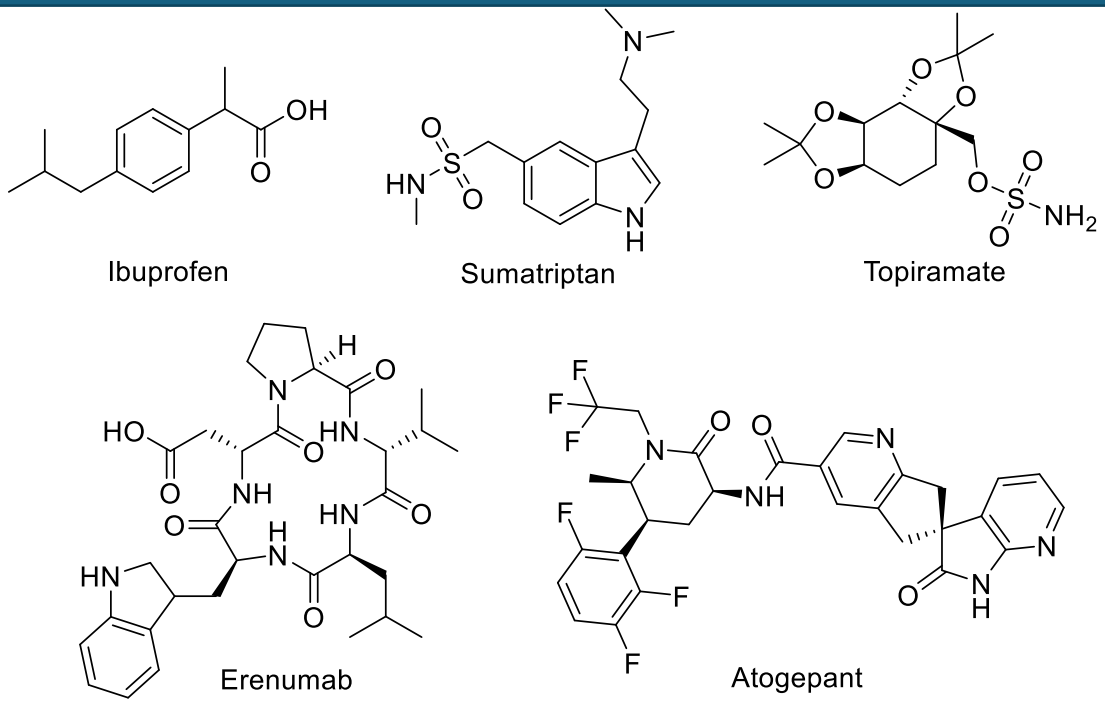


Fig. 1. Some of the pharmacological agents used in migraine management

Serotonin (5-HT) plays a central role in migraine development (Panconesi 2008). Low serotonin levels are linked to a higher risk of migraine (Kilinc et al. 2017). Serotonin affects trigeminal nerve endings and cerebral blood vessels through different receptor subtypes. It regulates both vasoconstriction and pain signaling (Deen et al. 2017; Loyd et al. 2011). Reduced serotonin may cause vascular dilation, triggering migraine attacks. In contrast, balanced serotonin helps regulate trigeminal signaling and may prevent headaches (Ayalp et al. 2012). Drugs targeting serotonin pathways are considered effective for both acute treatment and prevention (Negro et al. 2018). Activation of 5-HT$_{1}$F receptors reduces trigeminal pain and shows potential in migraine and cluster headache models (Vila-Pueyo et al. 2022).

Developing new drugs is a long and expensive process. Computational approaches, such as molecular docking and Density Functional Theory (DFT), have therefore gained attention. Molecular docking provides important information on ligand–protein interactions and binding sites, helping to identify potential drug candidates (Chaudhary & Tyagi, 2024; Gündoğdu 2023). DFT allows accurate analysis of molecular electronic structures. Theoretical results can be compared with experimental data to support drug design (Nagy 1998; Öztürk et al. 2025).

A literature review showed that no theoretical studies have examined Lasmiditan's interaction with migraine. This study uses an integrated approach combining molecular docking and DFT to explore Lasmiditan's molecular properties. The main goal is to identify potential interaction

regions between Lasmiditan and calcitonin gene-related peptide (CGRP), which plays a key role in migraine. The molecules' electronic and conformational properties were also analyzed. These theoretical findings may aid in developing new ditan derivatives and optimizing existing drug candidates.

In this study, the binding behavior of Lasmiditan on the CGRP protein complexed with the CGRP peptide (PDB ID: 7NKU) was investigated using in-silico molecular docking (Anwar et al. 2025). Naproxen, a commonly used drug, was included as a reference for comparison. Additionally, electronic and structural features important for Lasmiditan's biological activity were examined. Global reactivity parameters were calculated, the HOMO–LUMO gap was determined, and molecular electrostatic potential maps were generated using DFT.

The results are expected to give a clearer molecular-level understanding of Lasmiditan's interaction with CGRP and provide a theoretical basis for designing new migraine therapies.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Global Reactivity Descriptors

All theoretical calculations in this study were performed using the Gaussian 16 program (Frisch et al. 2016). First, the geometric structure of the lasmiditan molecule was fully optimized. Harmonic frequency analyses were then carried out to confirm that the optimized conformations corresponded to true minima on the potential energy surface. No imaginary frequencies were found, confirming that the structures were at stable energy minima. All calculations used the B3LYP functional (Becke 1993; Lee et al. 1988) combined with the 6-311++G(d,p) basis set (Frisch et al. 1984).

To better understand the electronic properties of lasmiditan, the distribution of frontier molecular orbitals (FMOs) and molecular electrostatic potential (MEP) maps were analyzed in detail. HOMO and LUMO energy levels, which are key indicators of molecular reactivity, were used to determine global reactivity parameters (GRPs). In this study, theoretical parameters including ionization potential (I), electron affinity (A), chemical potential (μ), global hardness (η), global softness (σ), electronegativity (X), and global electrophilicity index (ω) were calculated using standard equations.

This approach allowed a thorough theoretical evaluation of both the electronic structure and the potential reactivity of lasmiditan.

2.2. Molecular Docking Analysis

Molecular docking studies play a crucial role in drug design and pharmacology. This technique is widely employed and recognized as a reliable method for rapidly identifying protein–ligand interactions and determining binding sites (Gündoğdu Aytaç et al. 2025). In this study, the CGRP protein complexed with the CGRP peptide (PDB ID: 7KNU) was selected as the target structure for molecular docking analyses (Anwar et al. 2025), and Naproxen was employed as the reference drug for comparative evaluation of docking results. Molecular docking studies were conducted using AutoDock Tools to investigate the binding interactions of Lasmiditan and Naproxen with the target protein. Ligand and protein preparation, active site determination, and grid box parameter selection were performed in accordance with the previously reported methodology (Gündoğdu Aytaç et al. 2025).

The target protein structure was retrieved from the Protein Data Bank (https://www.rcsb.org/). The grid box dimensions were defined as 60 × 60 × 60 Å along the x, y, and z axes, with a grid spacing of 0.375 Å and grid center coordinates set at x = 105.688, y = 143.274, and z = 101.549. The obtained molecular docking scores and interaction profiles are presented in Figures 5 and 6.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Molecular Geometry

Geometric optimization of the lasmiditan molecule was conducted using the B3LYP functional and the 6-311++G(d,p) basis set within the scope of density functional theory (DFT) (Fig. 2). As a result of these calculations, the most energetically favorable and stable conformation of the molecule was determined. The absence of any imaginary (negative) frequencies in the frequency analysis clearly demonstrated that the optimized geometry represents a true potential energy minimum. The optimized conformation obtained in this study formed the basic starting geometry for subsequent electronic structure evaluations, orbital analyses, and molecular docking studies.

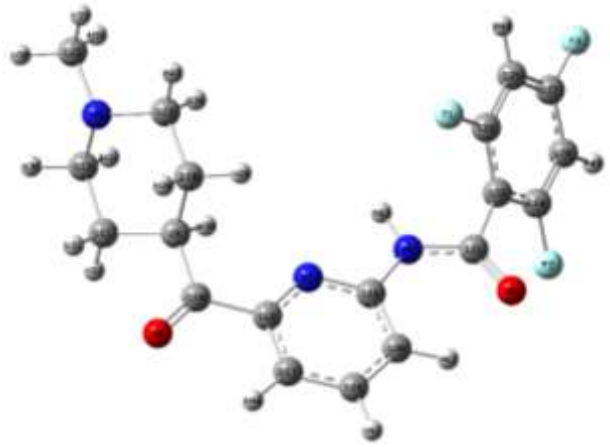


Fig. 2. 3D structure of the Lasmiditan molecule

3.2. Global reactivity descriptors

Global reactivity parameters (GRPs) can be determined from the energies of the highest occupied molecular orbital (HOMO) and the lowest unoccupied molecular orbital (LUMO). These frontier orbitals provide essential insight into several molecular characteristics, including ionization potential (I), electron affinity (A), electronegativity (χ), chemical potential (μ), chemical hardness (η), chemical softness (σ), and electrophilicity (ω) (K'tir et al. 2022). In this study, the GRPs of lasmiditan were calculated at the B3LYP/cc-pVDZ level using the equations summarized in the Table, and the results are presented in Table 1.

Table 1. Global reactivity parameters in (eV) for Lasmiditan

Parameters	Values
E_{HOMO} (eV)	–6.050
E_{LUMO} (eV)	–2.264
Energy gap $\lvert E_{HOMO} - E_{LUMO} \rvert$	3.787
Ionization potential ($I = -E_{HOMO}$)	6.050
Electron affinity ($A = -E_{LUMO}$)	2.264
Chemical hardness ($\eta = (I - A)/2$)	1.893
Chemical softness ($\sigma = 1/\eta$)	0.528
Electronegativity ($\chi = (I+A)/2$)	4.157

The 3.787 eV energy gap between the HOMO (–6.050 eV) and LUMO (–2.264 eV) levels presented in Table 1 indicates that the molecule has a moderately stable electronic structure (Fig. 3). The ionization potential (6.050 eV) and electron affinity (2.264 eV) values suggest that lasmidita has a more dominant tendency to donate electrons. The chemical hardness (1.893 eV) and softness (0.528 eV) parameters indicate that the molecule is not excessively reactive but can interact under suitable conditions. Furthermore, the high electronegativity (4.157 eV) and electrophilicity (4.566 eV) reveal that lasmidita exhibits a significant electrophilic tendency

towards electron-rich species.These findings generally indicate that lasmiditan is a molecule with moderate stability and electrophilic reactivity.

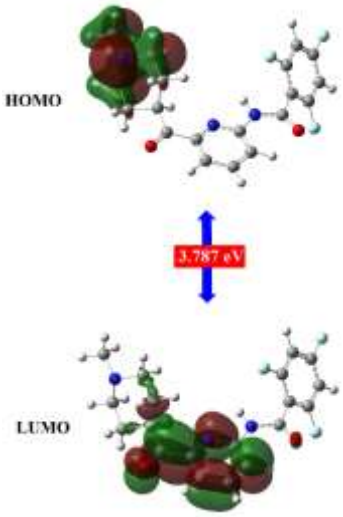


Fig. 3. The frontier molecular orbitals of lasmiditan obtained at the B3LYP/6-311++(d,p) level

3.3. Molecular Electrostatic Potential Maps

The molecular electrostatic potential (MEP) map of Lasmiditan offers a clear view of its potential interaction sites by showing how electrostatic charges are distributed across the molecular surface (Fig. 4). The red and orange regions, particularly near the carbonyl oxygen and ring nitrogens, indicate areas of high electron density with negative potential, serving as hydrogen-bond acceptors and nucleophilic sites. In contrast, the blue regions around the amine group reflect zones of positive potential, consistent with the molecule's ability to act as a hydrogen-bond donor. The green to yellow areas on the aromatic and aliphatic surfaces represent regions of more neutral potential, which are likely to contribute to hydrophobic interactions. Overall, the MEP map clearly highlights the key sites where ionic, hydrogen-bonding, and hydrophobic interactions (critical for Lasmiditan's binding to its receptor) are concentrated.

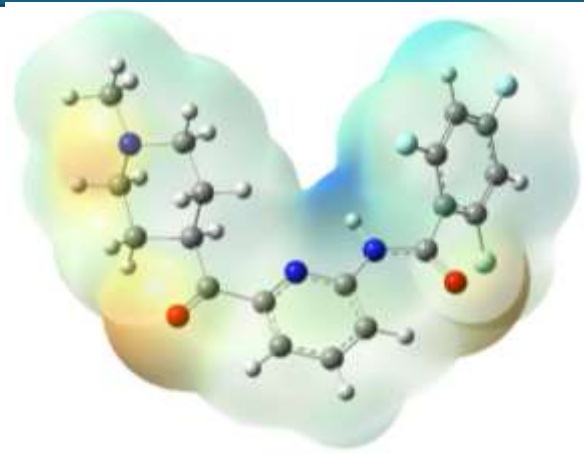


Fig. 4. MEP map of lasmiditan obtained at the B3LYP/6-311++(d,p) level

3.4. Molecular Docking Results

In this study, the binding behavior of Lasmiditan and the reference drug Naproxen toward the calcitonin gene-related peptide (CGRP) protein complex (PDB ID: 7KNU) was investigated using molecular docking analyses. The CGRP peptide–receptor complex was selected as the target macromolecule because of its critical role in migraine pathophysiology. Naproxen was included as a standard drug to allow a comparative evaluation. The binding affinities and detailed protein–ligand interaction profiles obtained from the docking simulations are presented in Figures 5 and 6.

The results showed that Lasmiditan binds strongly to the active site of the target protein, with a binding energy of –7.39 kcal/mol. This indicates a stable ligand–protein complex. The stabilization of Lasmiditan within the binding pocket is supported by several specific and directional interactions. Conventional hydrogen bonds were observed with THR122 (2.11, 2.88, and 2.13 Å), TYR124 (2.74 Å), and TRP121 (2.05 Å). Aromatic interaction analysis revealed π–π stacking interactions with TRP72 at a distance of 5.01 Å. In addition, π–π T-shaped interactions with the same residue were detected at distances of 5.41 and 5.21 Å. These interactions contribute to the hydrophobic stabilization of the complex. The fluorine atom of Lasmiditan also formed a halogen bond–like interaction with Asp70 at a distance of 2.88 Å, which further supports binding. An unfavorable donor–donor interaction with THR122 at a distance of 1.85 Å was also identified. However, this interaction did not outweigh the stabilizing effects of other contacts. Several van der Waals interactions with ASN128, THR125, GLY71, TRP84, and PRO85 were observed. These interactions further contributed to the overall stability of the ligand–receptor complex. Overall, these findings

indicate that Lasmiditan binds to the active site of the CGRP protein with high affinity and a suitable geometric fit (Fig. 5).

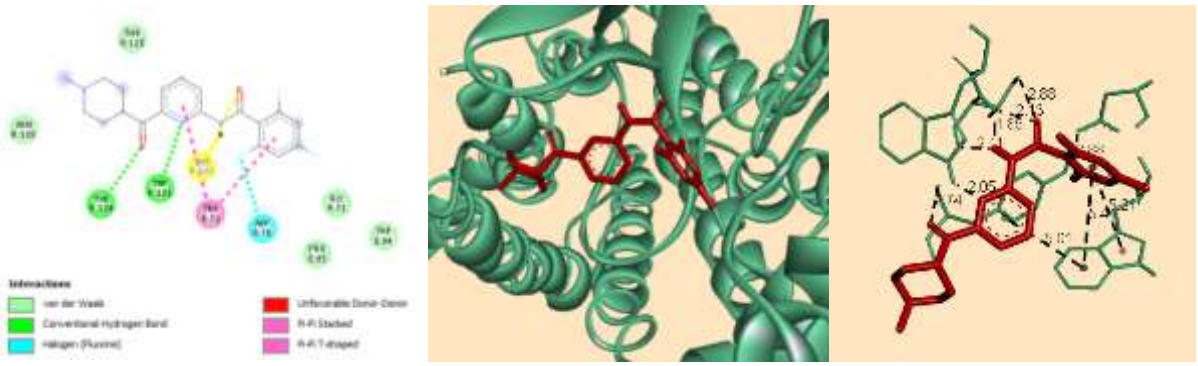


Fig. 5. Docking interactions between the protein 7KNU and the Lasmiditan

The analysis of Naproxen interactions within the active site of the calcitonin gene-related peptide (CGRP) protein complex (PDB ID: 7KNU) showed a total binding energy of –6.23 kcal/mol. Conventional hydrogen bonds were observed with THR122 (2.03 Å), and carbon–hydrogen bonds were formed with TRP121 (2.93 and 2.89 Å). Aromatic interactions included a π–π T-shaped contact with TRP72 (4.82 and 4.93 Å) and π–alkyl interactions with TRP72 (5.06 Å) and TRP84 (5.13 Å). In addition, a π–lone pair interaction was observed with ASP70 (2.70 Å). Several van der Waals interactions were also detected with TRP74, PRO85, THR120, TYR124, and GLY71. These contacts together provide a clear view of Naproxen's binding mechanism within the 7KNU active site (Fig. 6).



Fig. 6. Docking interactions between the protein 7KNU and the Naproxen

CONCLUSIONS

In this study, the quantum chemical properties of Lasmiditan, a drug used for migraine treatment, and its binding behavior with the CGRP protein complex (PDB ID: 7KNU) were investigated, with Naproxen included as a reference compound for comparison. Geometric optimization and frequency analyses performed under Density Functional Theory (DFT) indicated that Lasmiditan adopts the energetically most stable conformation. The optimized

structure provided a reliable basis for subsequent electronic structure and molecular docking studies.

Frontier molecular orbital analyses and global reactivity parameters suggested that Lasmiditan possesses significant chemical reactivity. In particular, the low HOMO–LUMO energy gap indicates that the molecule is prone to electron transitions and may readily interact in biological environments. Additionally, the low chemical hardness and high softness values support the reactive character of Lasmiditan. Results for electrophilicity index and chemical potential further indicate that electron-accepting mechanisms may dominate in the molecule's interactions with biological targets.

Molecular electrostatic potential maps clearly illustrated the distribution of potential across different regions of Lasmiditan. The carbonyl oxygens and heteroatom-containing rings act as regions of negative potential, serving as hydrogen bond acceptors and nucleophilic centers, while the positive potential around the amino group supports hydrogen bond donor properties. This distribution highlights the important contributions of both electrostatic and hydrophobic interactions in Lasmiditan's binding to the CGRP receptor.

Molecular docking analyses revealed that Lasmiditan binds to the active site of the CGRP protein complex with higher affinity than Naproxen. The calculated binding energy of –7.39 kcal/mol indicates that Lasmiditan forms a strong and stable complex with the target protein. Multiple directional hydrogen bonds, aromatic π–π interactions, and van der Waals contacts suggest that the molecule adopts a favorable geometry within the active pocket, effectively stabilizing the binding. In comparison, Naproxen exhibits a lower binding energy (–6.23 kcal/mol), indicating that, although it can interact with the target protein through hydrogen bonds and hydrophobic contacts, it does not bind as strongly or stably as Lasmiditan. This comparison suggests that Lasmiditan has a more favorable binding profile for the CGRP target.

Overall, the findings demonstrate that Lasmiditan possesses strong and selective binding potential toward the CGRP target, both in terms of electronic properties and molecular interaction profile. The combined evaluation of DFT and molecular docking results supports the therapeutic effect of Lasmiditan on the CGRP system, which plays a critical role in migraine pathophysiology, and provides a clearer understanding of its mechanism of action at the molecular level.

REFERENCES

Köseler, E. (2017). Migren ve beslenme. Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 2(2), 79–95.
Berger, A. A., Winnick, A., Popovsky, D., Kaneb, A., Berardino, K., Kaye, A. M., Cornett, E. M., Kaye, A. D., Viswanath, O., & Urits, I. (2020). Lasmiditan for the treatment of migraines with or without aura in adults. Psychopharmacology Bulletin, 50(4 Suppl 1), 163–188.
Soyuer, F., & Kepenek-Varol, B. (2019). Quality of life and pain. International Journal of Family & Community Medicine, 3(2), 110–114.
Chen, D., Willis-Parker, M., & Lundberg, G. P. (2020). Migraine headache: Is it only a neurological disorder? Links between migraine and cardiovascular disorders. Trends in Cardiovascular Medicine, 30(7), 424–430.
Gawde, P., Shah, H., Patel, H., Bharathi, K. S., Patel, N., Sethi, Y., & Kaka, N. (2023). Revisiting migraine: The evolving pathophysiology and the expanding management armamentarium. Cureus, 15(2), e34553.
Puledda, F., Silva, E. M., Suwanlaong, K., & Goadsby, P. J. (2023). Migraine: From pathophysiology to treatment. Journal of Neurology, 270(9), 3654–3666.
Öntürk Akyüz, H. (2021). Migrende görülen belirtilerin yaşam kalitesi ve ağrı şiddeti üzerine etkisinin incelenmesi. Van Sağlık Bilimleri Dergisi, 14(2), 209–215.
Hoffmann, J., Baca, S. M., & Akerman, S. (2019). Neurovascular mechanisms of migraine and cluster headache. Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism, 39(4), 573–594.
Hasırıcı Bayır, B. R. (2021). Menstrüel migren hastalarında profilakside transkraniyal doğru akım stimülasyonunun etkinliğinin ve CGRP düzeyleri ile bağlantısının değerlendirilmesi (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sinirbilim Anabilim Dalı, Elektronörofizyoloji Programı, İstanbul.
Marmura, M. J. (2018). Triggers, protectors, and predictors in episodic migraine. Current Pain and Headache Reports, 22(12), 81.
Öztürk, V. (2013). Acute treatment of migraine. Nöropsikiyatri Arşivi – Archives of Neuropsychiatry, 50(Özel Sayı 1), 26–29.
Láinez, M. J., García-Casado, A., & Gascón, F. (2013). Optimal management of severe nausea and vomiting in migraine: Improving patient outcomes. Patient Related Outcome Measures, 4, 61–73.
Roceanu, A., Antochi, F., & Bajenaru, O. (2015). New molecules in migraine treatment. Farmacia, 63(4), 475–478.
Durgaprasad, K., Gowri, S., & Mishra, K. (2022). Formulation and evaluation of triptans: A critical overview. High Technology Letters, 28(6), 181–192.
Deng, X., Zhou, L., Liang, C., et al. (2024). Comparison of effectiveness and safety of lasmiditan and CGRP-antagonists for the acute treatment of migraine in adults: Systematic review and network meta-analysis of randomised trials. The Journal of Headache and Pain, 25, 16.
Shibata, Y., Sato, H., Sato, A., & Harada, Y. (2024). Efficacy of lasmiditan as a secondary treatment for migraine attacks after unsuccessful treatment with a triptan. Neurology International, 16(3), 643–652.
Beauchene, J. K., & Levien, T. L. (2021). Lasmiditan: Acute migraine treatment without vasoconstriction. A review. Journal of Pharmaceutical Technology, 37(5), 244–253.
Labastida-Ramírez, A., Rubio-Beltrán, E., Haanes, K. A., Chan, K. Y., Garrelds, I. M., Johnson, K. W., Danser, A. H. J., Villalón, C. M., & MaassenVanDenBrink, A. (2020). Lasmiditan inhibits calcitonin gene-related peptide release in the rodent trigeminovascular system. Pain, 161(5), 1092–1099.
Brandes, J. L., Klise, S., Krege, J. H., Case, M., Khanna, R., Vasudeva, R., Raskin, J., Pearlman, E. M., & Kudrow, D. (2019). Interim results of a prospective, randomized, open-label, Phase 3 study of the long-term safety and efficacy of lasmiditan for acute treatment of migraine (the GLADIATOR study). Cephalalgia, 39(11), 1343–1357.
Clemow, D. B., Johnson, K. W., Hochstetler, M. H., Ossipov, M. H., Hake, A. M., & Blumenfeld, A. M. (2020). Lasmiditan mechanism of action – Review of a selective 5-HT1F agonist. *The Journal of Headache and Pain*, 21, 71.

Liu, W. H., Hu, H. M., Li, C., Shi, Q., Liu, C. H., Liu, A. X., Li, Y. F., Zhang, Y., Mao, P., & Fan, B. F. (2024). Real-world study of adverse events associated with triptan use in migraine treatment based on the U.S. Food and Drug Administration (FDA) adverse event reporting system (FAERS) database. The Journal of Headache and Pain, 25, 206.
Nicol, K. S., & Burkett, J. G. (2025). Review: An update on CGRP monoclonal antibodies for the preventive treatment of episodic migraine. Current Pain and Headache Reports, 29, 55.
Nagaraj, K., Vandenbussche, N., & Goadsby, P. J. (2021). Role of monoclonal antibodies against calcitonin gene-related peptide (CGRP) in episodic migraine prevention: Where do we stand today? Neurology India, 69(Supplement), S59–S66.
Haghdoost, F., Puledda, F., Garcia-Azorin, D., Huessler, E. M., Messina, R., & Pozo-Rosich, P. (2023). Evaluating the efficacy of CGRP mAbs and gepants for the preventive treatment of migraine: A systematic review and network meta-analysis of phase 3 randomised controlled trials. Cephalalgia, 43(4), 3331024231159366.
Panconesi, A. (2008). Serotonin and migraine: A reconsideration of the central theory. The Journal of Headache and Pain, 9, 267–276.
Kilinc, E., Guerrero-Toro, C., Zakharov, A., Vitale, C., Gubert-Olive, M., Koroleva, K., Timonina, A., Luz, L. L., Shelukhina, I., Giniatullina, R., Tore, F., Safronov, B. V., & Giniatullin, R. (2017). Serotonergic mechanisms of trigeminal meningeal nociception: Implications for migraine pain. Neuropharmacology, 116, 160–173.
Deen, M., Christensen, C. E., Hougaard, A., Hansen, H. D., Knudsen, G. M., & Ashina, M. (2017). Serotonergic mechanisms in the migraine brain: A systematic review. Cephalalgia, 37(3), 251–264.
Loyd, D. R., Weiss, G., Henry, M. A., & Hargreaves, K. M. (2011). Serotonin increases the functional activity of capsaicin-sensitive rat trigeminal nociceptors via peripheral serotonin receptors. Pain, 152(10), 2267–2276.
Ayalp, S., Şahin, Ş., Benli Aksungar, F., & Karşıdağ, S. (2012). Aurasız migrende trombosit serotonin düzeylerinin değerlendirilmesi. Ağrı, 24(3), 117–122.
Negro, A., Koverech, A., & Martelletti, P. (2018). Serotonin receptor agonists in the acute treatment of migraine: A review on their therapeutic potential. *Journal of Pain Research*, 11, 515–526.
Vila-Pueyo, M., Page, K., Murdock, P. R., Loraine, H. J., Woodrooffe, A. J., Johnson, K. W., Goadsby, P. J., & Holland, P. R. (2022). The selective 5-HT1F receptor agonist lasmiditan inhibits trigeminal nociceptive processing: Implications for migraine and cluster headache. British Journal of Pharmacology, 179(3), 358–370.
Chaudhary, M., & Tyagi, K. (2024). A review on molecular docking and its application. International Journal of Advanced Research, 1141–1153.
Gündoğdu, O. (2023). Molecular docking studies and ADME predictions on synthesized chalcone compounds targeting EGFR. Hittite Journal of Science and Engineering, 10(2), 167–175.
Nagy, Á. (1998). Density functional theory and application to atoms and molecules. Physics Reports, 298(1), 1–79.
Öztürk, K., Özkan, E. N., Çalışkan, Ç. E., Aytaç, S., & Gündoğdu Aytaç, Ö. (2025). Synthesis, single crystal XRD, DFT, molecular docking studies and antioxidant capacity and antibacterial evaluation of β-phenylethylamine derivative Schiff base compound. Journal of Molecular Structure, 1344, 143011.
Anwar, M., Badshah, I., Altaf, R., Masaud, S. M., Kiyani, A., & Murtaza, B. (2025). Polydatin as a potential therapeutic agent for migraine: Mechanistic insights from experimental, network pharmacology and molecular docking studies. Future Journal of Pharmaceutical Sciences, 11, 150.
Frisch, M. J., Trucks, G. W., Schlegel, H. B., Scuseria, G. E., Robb, M. A., Cheeseman, J. R., & Fox, D. J. (2016). Gaussian 16 (Revision C.01). Gaussian Inc.
Becke, A. D. (1993). Density-functional thermochemistry. III. The role of exact exchange. The Journal of Chemical Physics, 98(7), 5648–5652.
Lee, C., Yang, W., & Parr, R. G. (1988). Development of the Colle–Salvetti correlation-energy formula into a functional of the electron density. Physical Review B, 37(2), 785–789.
Frisch, M. J., Pople, J. A., & Binkley, J. S. (1984). Self-consistent molecular orbital methods. 25. Supplementary functions for Gaussian basis sets. The Journal of Chemical Physics, 80(7), 3265–3269.
Gündoğdu Aytaç, Ö., Gündoğdu, H. B., Aytaç, S., Bingöl, Z., Gülçin, İ., & Kara, Y. (2025). Novel isoindole-1,3-dione-isoxazole hybrids: Synthesis, characterization, evaluation of their inhibitory

activities on carbonic anhydrase and acetylcholinesterase. Journal of Biochemical and Molecular Toxicology, 39, e70550.
K'tir, H., Amira, A., Benzaid, C., Aouf, Z., Benharoun, S., Chemam, Y., Zerrouki, R., & Aouf, N.-E. (2022). Synthesis, bioinformatics and biological evaluation of novel α-aminophosphonates as antibacterial agents: DFT, molecular docking and ADME/T studies. Journal of Molecular Structure, 1250, 131635.

PİLİÇ ETİ KÖFTESİNDE YAĞ İKAMESİ OLARAK MANTAR KULLANIMININ KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Mine KIRKYOL
Artvin Çoruh University, Artvin Vocational School, Department of Hotel, Restaurant and Catering Services, 08010 Artvin, Türkiye
ORCID: 0000-0002-4158-0246
Ahmet AKKÖSE
Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering, 25240 Erzurum, Türkiye
ORCID: 0000-0003-1580-5226

ÖZET

Araştırmada piliç eti köftelerinde yağ ikamesi olarak mantar (*Agaricus bisporus*) kullanılmış, elde edilen köftelerde fizikokimyasal, tekstürel ve duyusal özellikler tespit edilmiştir. Bu amaçla köfte üretiminde kullanılan hayvansal yağ %25, %50, %75 ve %100 oranlarında mantar ile değiştirilmiş, köftelerde pişirme verimi ve büzülme değerleri hesaplanmış, pH, renk, nem ve TBARS değerleri belirlenmiştir. Çalışma kapsamında hazırlanan piliç eti köftelerinde yağ ikamesi olarak mantar kullanımı pH, büzülme ve renk özelliklerinden L* değerini $p<0,05$ düzeyinde etkilemiş, köftelerde yağ yerine mantar kullanım oranı arttıkça bu değerlerin azalma gösterdiği tespit edilmiştir. Ayrıca, nem içeriği ile TBARS ve b* değerlerinin ise istatistiki olarak $p<0,01$ düzeyinde etkilendiği belirlenmiştir. En yüksek nem içeriği %68,19±0,13 olarak yağın %100 mantar ile değiştirildiği örneklerde en düşük nem içeriği ise %52,23±4,71 olarak kontrol grubu köftelerde tespit edilmiştir ($p<0,05$). Bunun aksine en düşük b*, büzülme ve TBARS değerleri yağın %100 oranında mantar ile değiştirildiği örneklerde bulunmuşken, en yüksek değerler kontrol grubunda belirlenmiştir. Pişirme verimi, a* değeri ve duyusal özelliklerde yağın mantar ile ikamesi istatiksel olarak önemli bir etki oluşturmamıştır ($p>0,05$). Diğer yandan tekstürel özelliklerden sertlik, esneklik, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik mantar kullanımından önemli seviyede etkilenmiş ($p<0,01$) ve bu parametreler için en yüksek değerler kontrol grubu örneklerde, en düşük değerler ise %100 oranında mantar ikameli köftelerde belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Köfte, Mantar, TPA, Renk, TBARS

THE EFFECT OF MUSHROOM USAGE AS A FAT SUBSTITUTE ON QUALITY PROPERTIES OF CHICKEN PATTIES

ABSTRACT

In this research, mushrooms (*Agaricus bisporus*) were used as a fat replacer in chicken patties, and the physicochemical, textural, and sensory properties were determined. For this purpose, the animal fat used in patty production was replaced with mushrooms at rates of 25%, 50%,

75%, and 100%. Cooking yield and shrinkage values were calculated, and pH, color, moisture, and TBARS values were determined in the patties. The use of mushrooms as a fat replacer in the chicken patties significantly affected pH, shrinkage, and L* values ($p<0.05$); it was found that these values decreased as the replacement rate of mushrooms increased. Furthermore, it was determined that moisture content, as well as TBARS and b* values, were statistically affected at the $p<0.01$ level. The highest moisture content was detected as %68,19±0,13 in samples where 100% of the fat was replaced with mushrooms, while the lowest moisture content was %52,23±4,71 in the control group patties ($p<0.05$). Conversely, the lowest b*, shrinkage, and TBARS values were found in the 100% mushroom used samples, whereas the highest values were observed in the control group. The use of mushrooms as a fat substitute had no statistically significant effect on the cooking yield, a* values, or sensory properties ($p>0.05$). On the other hand, textural properties including hardness, springiness, cohesiveness, resilience, and chewiness were significantly affected by mushroom use ($p<0.01$), with the highest values for these parameters determined in the control group and the lowest in the 100% mushroom replaced patties.

Keywords: Patty, Mushroom, TPA, Color, TBARS

1.GİRİŞ

Yüksek biyolojik değerli proteinler, elzem mineraller ve vitaminler bakımından zengin bir kaynak olan et ve et ürünleri, modern beslenme alışkanlıklarının ve hızlı tüketim (fast-food) sektörünün temel bileşenleri arasında yer almaktadır (Ledesma et al., 2016). Bu bağlamda tavuk eti ve ürünleri de hem yüksek protein içeriği hem de uygun maliyeti nedeniyle geniş bir tüketim ağına sahiptir. Piliç eti kullanılarak üretilen sosis, nugget ve köfte gibi işlenmiş ürünlerin üretiminde de arzu edilen tekstürel yapıyı ve ağız hissini yakalamak amacıyla üretim formülasyonlarına hayvansal yağ ilave edilmektedir. Bu yönüyle et ürünleri yüksek miktarda doymuş yağ içerikleri, yüksek enerji değerleri ve diyet lifi eksiklikleri nedeniyle kronik hastalık riskleriyle de ilişkilendirilebilmektedir. Bu bağlamda özellikle geleneksel hayvansal yağ kullanılarak üretilen et ürünleri yerine daha düşük kalorili veya bitkisel bileşenlerle zenginleştirilmiş alternatifler tercih edilebilmektedir. Doymuş yağ içeriği ve kolesterol alımının azaltılması sırasında, ürünün duyusal kalitesinden ödün vermeden yağ miktarını düşürebilecek yağ ikameleri üzerinde çalışmalar son yıllarda artış göstermektedir. Bu kapsamda, mantar kullanımı ete benzer lifli yapısı ve düşük kalori profili ile umut verici bir çözüm olarak öne çıkmaktadır.

Mantarların, düşük miktarda enerji ve yağ içeriği ile protein, karbonhidrat ve diyet lifleri

açısından zengin olduğu bildirilmektedir (Kalac 2013; Feeney et al. 2014). Bitkisel kökenli bir besin kaynağı olarak değerlendirilen mantarlarda mevcut proteinlerin sindirilebilirlik düzeyi yaklaşık %70 olarak belirlenmiştir; bu durum da mantarı besinsel açıdan değerli bir alternatif haline getirmektedir (Türkekul, 2001). Mantarlar, sadece düşük yağ ve yüksek su içeriğiyle değil, aynı zamanda içerdikleri kitin, glukan ve diyet lifleri sayesinde et emülsiyonlarında mükemmel bir su tutma ve jelleşme kapasitesi sergilemektedir (Cerón-Guevara et al., 2020). Bu yönüyle mantar, özellikle yağ oranı azaltılan et ürünlerinde sıklıkla karşılaşılan lezzet kaybını ve kuruluk problemini doğal profille telafi edebilecektir. Literatürde yer alan çalışmalarda bazı mantar türlerinin et ürünleri formülasyonlarına entegre edilmesinin, ürünün pişirme kayıplarını minimize ettiğini, tekstürel bütünlüğünü koruduğunu ve besin değerini antioksidan bileşenlerle zenginleştirdiğini göstermektedir (Gençcelep 2012; Myrdal Miller et al., 2014; Wan Rosli et al. 2015; Ramle et al. 2021; Wang et al. 2025). Mevcut bu çalışmada da piliç eti köftesinde hayvansal yağ yerine mantar kullanımının fizikokimyasal, tekstürel ve duyusal özellikleri üzerine etkisi belirlenmiştir.

2.MATERYAL VE METOT

Köfte üretimi

Araştırmada beş farklı grup piliç eti köftesi üretimi gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubu köfte hamuru (M0) %80 piliç göğüs eti, %20 sığır et yağı, %1,5 tuz, %6 galeta unu kullanılarak hazırlanmıştır. Diğer gruplarda ise hayvansal yağ oranı azaltılarak yerine haşlanmış ve püre haline getirilmiş mantar (*Agaricus bisporus*) kullanılmıştır. Bu gruplar için sırasıyla hayvansal yağ %25, %50, %75 ve %100 oranında mantar ile değiştirilmiştir (Şekil 1). Tüm formülasyon bileşenleri homojen bir karışım elde edilinceye kadar karıştırılmış ve oluşturulan köfte hamurlarından hazır bir kalıp (7 cm çap ve 1 cm kalınlık) yardımıyla şekillendirilen köfteler bir gece -18°C'de tutulduktan sonra +4°C'de çözündürülerek her bir yüzeyi 4 dakika olacak şekilde toplam 8 dakika süreyle ısıtıcı plaka üzerinde 180°C'de pişirilmiştir (Şekil 1). Pişirilen ve oda sıcaklığına kadar soğutulan köftelerde pH, renk ve büzülme değerleri belirlenmiş, pişirme verimi hesaplanmış, nem içeriği ile TBARS tayinleri yapılmıştır. Ayrıca köftelerin tekstürel ve duyusal özellikleri de tespit edilmiştir.



Şekil 1. Çiğ ve pişmiş piliç eti köftelerinin fiziksel görünümleri

Fizikokimyasal analizler

Köftelerin pH analizi bir pH-metre cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Cihaz ölçüm öncesi tampon çözeltilerle (pH: 4 ve 7) kalibre edilmiştir. Bir kavanoz içerisine köfte örneklerinden 10 g tartılmış ve üzerine 100 ml saf su ilave edilerek homojenize edilmiştir. Elde edilen bu süspansiyonda pH ölçümü gerçekleştirilmiştir. Nem tayini için kurutulmuş ve darası alınmış bir alüminyum kurutma kabına yaklaşık 10 g örnek tartılmış ve kurutma fırınında 100-102°C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Örneklerdeki ağırlık kaybından yola çıkılarak nem içeriği % olarak hesaplanmıştır (AOAC 2005).

Köftelerin kesit yüzeylerinden alınan örneklerde renk yoğunlukları kolorimetre cihazı (Minolta CR-200, Minolta Co, Osaka, Japan) kullanılarak ölçülmüştür. Uluslararası Aydınlatma Komisyonu CIELAB (Commision Internationele de I'E Clairage) tarafından verilen kriterlere göre L* değeri; L=0, siyah; L=100, beyaz (koyuluk/açıklık); a* değeri; +a=kırmızı, -a=yeşil; b* değeri; +b=sarı, -b=mavi renk yoğunluklarını göstermektedir. Tiyobarbitürik asit reaktif maddeler (TBARS) tespit etmek için Lemon (1975) tarafından verilen yöntem esas alınmıştır. Köfte örneklerine ait TBARS değerleri µmol MDA/kg örnek olarak bulunmuştur. Pişirme veriminin hesaplanmasında ise aşağıda verilen kullanılmış ve değerler % olarak hesaplanmıştır. Ayrıca büzülme değerleri pişirme öncesi ve sonrasında belirlenen çaplardan aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$Pişirme\ verimi\ (\%) = \frac{Pişmiş\ köfte\ ağırlığı\ (g)}{Çiğ\ köfte\ ağırlığı\ (g)}\ x\ 100$$

$$Büzülme\ (\%) = \frac{(çiğ\ köfte\ çapı - pişmiş\ köfte\ çapı)}{çiğ\ köfte\ çapı} x10$$

Tekstür Analizi

Tekstür analiz cihazı (CT3, Brookfield Engineering Laboratories, USA) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Köftelerden çıkarılan silindirik boyutlu (2cm çap x 2cm yükseklik) örnekler 50,8 mm'lik silindirik prob (TA 25/1000, Brookfield Engineering Laboratories, USA) kullanılarak iki sıkıştırma çevrimi ile oda sıcaklığında analize tabi tutulmuştur. Ölçüm işlemi 1mm/s'lik test hızıyla %50 sıkıştırma oranı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen kuvvet-zaman eğrilerinden tekstürel parametreler olan sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, kohesivlik, esneklik ve çiğnenebilirlik değerleri hesaplanmıştır.

Duyusal Analizi

Köfte örnekleri renk, koku, tat, tekstür ve genel kabul edilebilirlik açısından değerlendirilmiştir. Gıda mühendisliği alanında eğitimli 10 paneliste sunulmuş olan örneklerde her bir özellik için 1'den 10'a kadar puanlama yapmaları istenmiştir. Panelistlere ölçek hakkında bilgi verildikten sonra analiz başlatılmış ve floresan aydınlatmalı bir odada gerçekleştirilmiştir. Ayrıca, numuneler arasında ağızlarını temizlemeleri için panelistlere su ve ekmek verilmiştir.

İstatiksel analiz

Araştırma şansa bağlı tam bloklar deneme planına göre kurulmuş ve yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlara varyans analizi uygulanmış ve önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile %95 güven seviyesinde karşılaştırılmıştır (IBM SPSS Statistics 20).

3.BULGULAR VE TARTIŞMA

Piliç eti köftelerinde belirlenen pH, nem içeriği ve TBARS değerlerine ait ortalamalar Tablo 1'de verilmiştir. Araştırmada pH değeri yağ yerine mantar kullanımından önemli düzeyde etkilenmiştir ($p<0,01$). Köftelerde kullanılan mantar miktarı arttıkça pH değerinin azaldığı en düşük değer, yağın %100 oranında mantar ile değiştirildiği (M100) grupta tespit edilmiştir ($p<0,05$). Nem içeriği ve TBARS değeri de yağın mantar ile ikamesinden önemli düzeyde etkilenmiştir ($p<0,05$). Kontrol örneklerinde en düşük nem içeriği belirlenmiş olup mantar kullanımı nem içeriğinde artışa sebebiyet vermiştir. En yüksek nem içeriği M100 grubunda bulunmuştur. Wang et al. (2025) tarafından yapılan çalışmada domuz eti köftelerinde yağın

mantar ile ikamesinin nem içeriğinde artışa neden olduğu ifade edilmiştir. Diğer yandan kontrol örnekleri ile %25 oranında mantar ikameli örnekler istatiksel olarak benzerlik gösterirken, mantar kullanım oranının artmasıyla daha düşük TBARS değerleri belirlenmiştir ($p<0,05$). Nan et al. (2025) tavuk eti sosislerinde yağın mantar ile ikame edilmesinin TBARS değerlerinde kontrole göre azalma sağladığını tespit etmiştir.

Tablo 1. Piliç eti köftelerinde belirlenen pH, nem içeriği ve TBARS değerlerine ait ortalamalar

	pH	Nem içeriği	TBARS
M0	6,39±0,01^{e}	52,23±4,71^{a}	16,28±0,29^{b}
M25	6,36±0,00^{d}	59,99±0,25^{b}	15,69±0,21^{b}
M50	6,34±0,00^{c}	61,96±0,26^{bc}	13,37±1,17^{a}
M75	6,32±0,00^{b}	64,81±0,62^{bc}	12,30±0,29^{a}
M100	6,30±0,00^{a}	68,19±0,12^{c}	11,95±0,63^{a}
Önemlilik	**	*	*

**p<0,01, *p<0,05, M0: %100 hayvansal yağ, M25: %75 hayvansal yağ ± %25 mantar, M50: %50 hayvansal yağ ± %50 mantar, M75: %25 hayvansal yağ ± %75 mantar, M100: %100 mantar

Köftelerde belirlenen L*, a* ve b* değerleri ile pişirme verimi ve büzülme değerlerine ait ortalamalar Tablo 2'de verilmiştir. L* ve büzülme değerleri yağın mantar ile ikame edilmesinden önemli seviyede etkilenmiştir ($p<0,01$). Hem L* değeri hem de büzülme değerinin mantar kullanımı arttıkça azalma eğilimi gösterdiği tespit edilmiş, en düşük değerler sırasıyla 50,21±0,39 ve 5,63±0,00 olarak M100 grubunda belirlenmiştir ($p<0,05$). Ayrıca a*, b* ve pişirme verimi değerlerinde mantar ikamesinin köftelerde istatistiksel olarak önemli bir değişime neden olmadığı görülmüştür ($p>0,05$). Patinho et al. (2021) tarafından yapılan bir çalışmada da sığır burgerlerde yağ ikamesi olarak mantar kullanımı, artan mantar oranına bağlı olarak nem içeriğinde artışa büzülme de ise azalmaya yol açmıştır.

Tablo 2. Piliç eti köftelerinde belirlenen renk, pişirme verimi ve büzülme değerlerine ait ortalamalar

	L*	a*	b*	Pişirme verimi (%)	Büzülme
M0	57,60±1,04^{d}	7,65±1,13^{a}	29,36±0,97^{a}	90,19±0,17^{a}	12,68±0,00^{d}
M25	55,49±0,35^{c}	5,80±0,42^{a}	25,47±1,18^{a}	89,99±0,36^{a}	10,57±0,71^{c}
M50	53,04±0,59^{b}	6,58±0,99^{a}	25,87±1,48^{a}	90,58±0,78^{a}	10,21±0,35^{c}
M75	51,80±0,31^{ab}	7,26±0,61^{a}	27,31±0,78^{a}	90,91±0,21^{a}	8,45±0,00^{b}
M100	50,21±0,39^{a}	5,87±0,46^{a}	24,44±0,78^{a}	90,88±0,09^{a}	5,63±0,00^{a}
Önemlilik	**	ns	ns	ns	**

**p<0,01, ns p>0,05, M0: %100 hayvansal yağ, M25: %75 hayvansal yağ ± %25 mantar, M50: %50 hayvansal yağ ± %50 mantar, M75: %25 hayvansal yağ ± %75 mantar, M100: %100 mantar

Piliç eti ile üretilen köftelere ait tekstürel özelliklere ait ortalamalar Tablo 3'te verilmiştir. Tekstürel parametrelerden sertlik, esneklik, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik yağın mantar ile ikame edilmesinden önemli düzeyde etkilenmiştir ($p<0,01$). Mantar kullanımı tüm bu parametrelerde azalmaya neden olmuş ve en düşük değerler M100 grubunda belirlenmiştir

(p<0,05). Bununla birlikte yapışkanlık mantar kullanımından istatistiksel olarak etkilenmemiştir (p>0,05). Benzer şekilde Ramle et al. (2021), yağı azaltılmış köftelerde mantar kullanımında bazı mantar türlerinin köftelerin sertliğinde azalmaya neden olduğu bildirilmiştir. Wan Rosli et al. (2011) yağ ikamesi olarak farklı *Pleurotus sajor-caju* cinsi mantar kullanımının tavuk köftelerinde kullanım oranı artışıyla sertlik değerlerinde azalmaya neden olduğunu bildirmişlerdir.

Tablo 3. Piliç eti köftelerinde belirlenen tekstürel özelliklere ait ortalamalar

	Sertlik	Yapışkanlık	Esneklik	Kohesivlik	Elastikiyet	Çiğnenebilirlik
M0	76,81±0,79^{c}	0,12±0,05^{a}	0,18±0,01^{d}	0,47±0,01^{d}	6,65±0,11^{d}	240,42±5,64^{e}
M25	76,21±1,37^{c}	0,12±0,02^{a}	0,17±0,01^{cd}	0,44±0,01^{c}	6,09±0,03^{c}	206,26±4,64^{d}
M50	70,13±1,68^{b}	0,15±0,06^{a}	0,16±0,01^{bc}	0,43±0,01^{c}	5,92±0,10^{c}	179,37±6,08^{c}
M75	58,01±1,02^{a}	0,08±0,03^{a}	0,14±0,01^{ab}	0,40±0,01^{b}	5,61±0,07^{b}	130,52±4,35^{b}
M100	55,33±1,77^{a}	0,15±0,10^{a}	0,14±0,01^{a}	0,37±0,01^{a}	4,98±0,05^{a}	102,83±4,35^{a}
Önemlilik	**	ns	**	**	**	**

**p<0,01, ns p>0,05, M0: %100 hayvansal yağ, M25: %75 hayvansal yağ ± %25 mantar, M50: %50 hayvansal yağ ± %50 mantar, M75: %25 hayvansal yağ ± %75 mantar, M100: %100 mantar

Araştırma kapsamında üretilen piliç eti köftelerinde belirlenen duyusal özelliklere ait ortalamalar Tablo 4'te verilmiştir. Yağın mantar ile değiştirilmesi köftelerin renk, tat, koku, tekstür ve genel kabul edilebilirlik özelliklerinde önemli bir farklılığa neden olmadığı görülmüştür (p>0,05). Bu durum, arzu edilen özelliklere sahip ve yağı azaltılmış köfte üretiminde mantar kullanımının mümkün olabileceğini göstermektedir. Ramle et al. (2021) tarafından yapılan bir çalışmada yağ oranı azaltılmış köftelerde mantar kullanımının duyusal özellikler üzerine bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

Tablo 4. Piliç eti köftelerinde belirlenen duyusal özelliklere ait ortalamalar

	Renk	Tat	Koku	Tekstür	Genel kabul edilebilirlik
M0	7,40±0,60^{a}	6,00±0,63^{a}	6,60±0,72^{a}	5,90±0,67^{a}	6,10±0,64^{a}
M25	7,40±0,54^{a}	5,90±0,55^{a}	6,50±0,56^{a}	6,00±0,52^{a}	6,50±0,40^{a}
M50	6,60±0,62^{a}	6,50±0,48^{a}	6,50±0,56^{a}	5,6±0,37^{a}	6,10±0,48^{a}
M75	6,20±0,68^{a}	5,70±0,52^{a}	6,20±0,68^{a}	4,80±0,49^{a}	6,30±0,37^{a}
M100	5,20±0,76^{a}	6,40±0,40^{a}	6,00±0,61^{a}	5,90±0,59^{a}	6,20±0,33^{a}
Önemlilik	ns	ns	ns	ns	ns

ns p>0,05, M0: %100 hayvansal yağ, M25: %75 hayvansal yağ ± %25 mantar, M50: %50 hayvansal yağ ± %50 mantar, M75: %25 hayvansal yağ ± %75 mantar, M100: %100 mantar

4.SONUÇ

Çalışmada piliç eti köftesi üretiminde hayvansal yağ ikamesi olarak mantar kullanımının enstrümental olarak belirlenen renk değerlerinden L* üzerinde önemli seviyede etkili olduğu,

ancak bu etkinin duyusal olarak fark edilemediği tespit edilmiştir. Hayvansal yağın mantar ile değiştirilmesi duyusal özellikler üzerinde önemli bir farklılığa yol açmazken tekstürel özellikleri önemli seviyede etkilemiştir. Kullanılan mantar oranındaki artışa bağlı olarak tekstürel parametrelerde azalmaya neden olmuştur. Bu yönleriyle mantar kullanımı arzu edilen duyusal özelliklere sahip köftelerin üretiminde avantaj sağlayabilecek bir ikame maddesi olarak düşünülebilir. Sonuçta mantar kullanımı, sadece bir dolgu maddesi olmanın ötesinde, hem sağlık odaklı beslenme trendlerine yanıt veren hem de et ürünlerinin karakteristik özelliklerini koruyan stratejik bir fonksiyonel bileşen olarak değerlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

AOAC, (2005). Chapter 39. Meat and meat products. Official methods of analysis. Editor: Horwitz, W., Gaithersburg, MD: Association of Official Analytical Chemists.

Cerón-Guevara, M. I., et al. (2020). Effects of Mushroom (Agaricus bisporus) Texture on Quality Characteristics of Chicken Patties. *Foods*, 9(12), 1737.

Feeney MJ, Myrdal Miller A, Roupas P (2014). Mushrooms-Biologically Distinct and Nutritionally Unique: Exploring a ‘‘Third Food Kingdom’’. Nutrition Today. 49 (6): 301-307.

Kalac P (2013). A review of chemical composition and nutritional value of wildgrowing and cultivated mushrooms. Journal of the Science of Food and Agriculture. 93: 209–218.

Ledesma, E., Laca, A., Rendueles, M., & Díaz, M. (2016). Texture, colour and optical characteristics of a meat product depending on smoking time and casing type. *LWT - Food Science and Technology*, *65*, 172. https ://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.07.077

Lemon, D.W., (1975). An improved TBA test for rancidity new series circular. No:51. HalifaxLaboratory, Halifax, Nova Scatia.

Türkekul İ (2001). Tokat yöresinde yetişen makromantarlar üzerinde taksonomik bir araştırma, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Patinho, I., Selani, M.M., Saldana, E. et al. (2021). *Agaricus bisporus* mushroom as partial fat replacer improves the sensory quality maintaining the instrumental characteristics of beef burger. *Meat Science*, 172, 108307.

Pil-Nam S, Park K, Kang G, Cho S, Park B, Van-Ba H (2015). The impact of addition of shiitake on quality characteristics of frankfurter during refrigerated storage. LWT- Food Science and Techn. 62: 62-68.

Ramle, N.A., Zulkurnain, M., İsmail- Firty, M.R., (2021). Replacing animal fat with edible mushrooms: a strategy to produce high-quality and low-fat buffalo meatballs. International Food Research Journal, 28 (5), 905-915.

Myrdal Miller A, Mills K, Wong T, Drescher G, Lee SM, Sirimuangmoon C, Schaefer S, Langstaff S, Minor B, Guinard JX (2014). Flavor-Enhancing Properties of Mushrooms in Meat-Based Dishes in Which Sodium Has Been Reduced and Meat Has Been Partially Substituted with Mushrooms. Journal of Food Science. 79 (9): 1795-1804.

Nan, H.; Zhou, H.; Stepanova, T.M.; Zhu, Z.; Li, B. Enhancing Product Quality, Nutrition, Antioxidant Capacity, and Sensory Quality of Chicken Sausages by Replacing Fats with Agaricus bisporus and Soybean Oil. Foods 2025, 14, 2296. https://doi.org/10.3390/ foods14132296

Wan Rosli WI, Solihah MA, Mohsin SSJ (2011). On the ability of oyster mushroom (Pleurotus sajor-caju) confering changes in proximate composition and sensory evaluation of chicken patty. International Food Research Journal. 18(4): 1463-1469

Wang, L.; Li, S.; Tu, H.; Yan, X.; Hu, Z.; Sun, H. Physicochemical and Sensory Properties of Pork Patties with Partial Replacement of Lean Pork by Stalks of Agaricus bisporus. Foods **2025**, 14, 3655. https://doi.org/10.3390/foods14213655

TAVUK ETİ KÖFTESİNDE KARNABAHAR KULLANIMININ FİZİKOKİMYASAL, DUYUSAL VE TEKSTRÜREL ÖZELLİKLER ÜZERİNE ETKİSİ

Mine KIRKYOL
Artvin Çoruh University, Artvin Vocational School, Department of Hotel, Restaurant and Catering Services, 08010 Artvin, Türkiye
ORCID: 0000-0002-4158-0246
Ahmet AKKÖSE
Atatürk University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering, 25240 Erzurum, Türkiye
ORCID: 0000-0003-1580-5226

ÖZET

Köfte üretiminde tavuk etinin belirli oranlarda karnabahar ile değiştirilmesinin fizikokimyasal ve duyusal özelliklere etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla üretilen köftelerde et miktarı %10, %20 ve %30 oranında karnabahar ile değiştirilmiş, elde edilen köftelerde fizikimyasal, tekstürel ve duyusal özellikler tespit edilmiştir. Araştırmada pH değeri ve nem içeriği ile tekstürel parametrelerden sertlik, esneklik, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirliğin karnabahar kullanımı ile önemli seviyede etkilendiği belirlenmiştir ($p<0,01$). Diğer yandan karnabahar kullanımının pişirme verimi ve büzülme değeri üzerinde $p<0,05$ düzeyinde etkili olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte karnabahar kullanımı köftelerin L*, a* ve b* değerleri ile duyusal özelliklerinde önemli bir değişime neden olmamıştır ($p>0,05$). Çalışmada %30 oranında karnabahar kullanılan (T30) örneklerde en düşük pH değeri ve en yüksek nem içeriği tespit edilmiştir ($p<0,05$). Ayrıca en yüksek pişirme verimi ve en düşük büzülme değeri kontrol örneklerinde (T0) bulunmuştur ($p<0,05$). Köftelerde kullanılan karnabahar oranı arttıkça tekstürel özelliklerinden sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerinin azaldığı görüşmüştür ($p<0,05$). En düşük ortalama esneklik, kohesivlik ve elastikiyet değerleri sırasıyla 0,107±0,01, 0,318± 0,01 ve 4,86±0,07 olarak T30 grubunda tespit edilmiştir ($p<0,05$). Köfte üretiminde tavuk eti yerine %20'ye kadar karnabahar kullanımının mümkün olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tavuk, Köfte, Karnabahar, TPA, Renk

THE EFFECT OF USING CAULIFLOWER IN CHICKEN MEATBALLS ON PHYSICOCHEMICAL, SENSORY, AND TEXTURAL PROPERTIES

ABSTRACT

The effects of replacing chicken meat with cauliflower in certain ratios on the physicochemical and sensory properties of meatballs were investigated. In the patties produced for this purpose, the meat content was replaced with cauliflower at rates of 10%, 20%, and 30%, and the physicochemical, textural, and sensory properties of the meatballs were determined. In the research, the pH value, moisture content, and textural parameters, including hardness,

springiness, cohesiveness, resilience, and chewiness, were significantly affected by the use of cauliflower ($p<0.01$). On the other hand, replacing meat with cauliflower at certain ratios was found to have a significant effect on cooking yield and shrinkage value ($p<0.05$). However, it was determined that the use of cauliflower did not cause a significant change in the L*, a*, and b* values or the sensory properties of meatballs ($p>0.05$). In the study, the lowest pH value and the highest moisture content were detected in the samples where meat was replaced with 30% cauliflower (T30) ($p<0.05$). In addition, the highest cooking yield and the lowest shrinkage value were found in the control (T0) samples ($p<0.05$). It was observed that as the ratio of cauliflower used in the meatballs increased, the textural values of hardness and chewiness decreased ($p<0.05$). The lowest mean values for springiness, cohesiveness, and resilience were identified in the T30 group as 0.107±0.01, 0.318±0.01, and 4.86 ±0.07, respectively ($p<0.05$). The study concluded that it is possible to use up to 20% cauliflower instead of chicken meat in meatball production.

Keywords: Chicken, Meatball, Cauliflower, TPA, Color

1.GİRİŞ

Günümüzde tüketicilerin, beslenme alışkanlıkları ile kronik hastalıklar (obezite, kardiyovasküler rahatsızlıklar, hipertansiyon vb.) arasındaki doğrudan ilişki konusunda artan bilinci gıda tercihlerinde fonksiyonel içerik arayışı ortaya çıkarmıştır. Son yıllarda küresel ölçekte değişen tüketici eğilimleri, sağlıklı beslenme bilincinin artması ve sürdürülebilir gıda sistemlerine olan ilginin yoğunlaşması, et endüstrisini geleneksel ürün formülasyonlarını yeniden gözden geçirmeye sevk etmiştir. Bu durum, et miktarının kısmen azaltılarak bitkisel kaynaklı bileşenlerle ikame edildiği hibrit ürünlerin geliştirilmesini teşvik etmektedir. Bu ürünler, bitki bazlı ürünlerdeki lezzet ve doku eksikliklerinin üstesinden gelebilir, diğer yandan çevresel ve potansiyel olarak sağlık yararları sunabilmektedir. Hibrit et ürünlerine yüksek kaliteli, protein açısından zengin bitki bileşenlerinin eklenmesi, daha sağlıklı ve çevre dostu gıda ürünleriyle ekonomik ve üretim açısından faydalar sağlayacaktır (Grasso and Jaworska, 2020). Özellikle köfte gibi etin kıyma haline getirilerek yeniden şekillendirildiği ürünler, formülasyon değişikliklerine uygun yapıları sayesinde fonksiyonel bileşenlerin eklenmesi için ideal bir matris sunmaktadır.

Küresel ölçekte en yaygın tüketilen hayvansal protein kaynaklarından biri olan tavuk eti, yüksek biyolojik değerli protein içeriği, düşük doymuş yağ profili ve erişilebilir maliyeti nedeniyle gıda endüstrisinde stratejik bir öneme sahiptir. Literatürde, et ürünlerinde fonksiyonel ve besinsel profilini iyileştirmek; pişirme kayıplarını minimize etmek ve diyet lifi

içeriğini artırmak amacıyla yulaf (Yılmaz, 2004), mercimek (Serdaroğlu, 2006) ve kabak (Gök et al., 2011) gibi çeşitli tahıl, baklagil ve sebze kaynaklarının kullanımı üzerine çok sayıda çalışma yürütülmüştür. Bununla birlikte, karnabaharın (Brassica oleracea L. var. botrytis), tavuk eti matrisi üzerindeki teknolojik etkileri ve hibrit ürün formülasyonlarındaki potansiyeli literatürde henüz incelenmemiştir.

Karnabahar, düşük enerji yoğunluğunun yanı sıra diyet lifi, C vitamini, K vitamini ve glukozinolatlar gibi biyoaktif bileşikler bakımından zengin bir kış sebzesidir. Özellikle nötr aroma profili ve termal işlem sonrasında ete benzer tekstürel bir ağ yapısı sergileme kabiliyeti, bu sebzeyi hibrit ürünlerde et ikamesi olarak öne çıkarmaktadır (Slavin and Lloyd, 2012). Tavuk eti matrisine karnabahar dahil edilmesi; toplam yağ ve kalori içeriğini azaltırken, diyet lifi fraksiyonunu artırarak glisemik indeksin düşmesine ve genel sindirilebilirliğin iyileşmesine katkı sağlayabilir. Bu amaçla araştırmada tavuk eti köftesinde etin belirli oranlarda karnabahar ile değiştirilmesinin ürünlerin fizikokimyasal, tekstürel ve duyusal özellikler üzerine etkisi belirlenmiştir.

2.2. MATERYAL VE METOT

Tavuk Köftesi üretimi

Araştırmada dört farklı grup tavuk köftesi üretimi gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubu köfte hamuru (T0) %80 tavuk göğüs eti, %20 sığır et yağı, %1,5 tuz, %6 galeta unu kullanılarak hazırlanmıştır. Diğer gruplarda ise tavuk eti oranı %10 (T10), %20 (T20) ve %30 (T30) oranında haşlanmış ve püre haline getirilmiş karnabahar ile değiştirilmiştir. Tüm formülasyon bileşenleri homojen bir karışım elde edilinceye kadar karıştırılmış ve oluşturulan köfte hamurlarından şekillendirilen köfteler bir gece -18°C'de tutulduktan sonra +4°C'de çözündürülerek her bir yüzeyi 4 dakika olacak şekilde toplam 8 dakika süreyle ısıtıcı plaka üzerinde 180°C'de pişirilmiştir. Pişirilen ve oda sıcaklığına kadar soğutulan köftelerin fizikokimyasal, tekstürel ve duyusal özellikleri de tespit edilmiştir.

Fizikokimyasal özellikler

Örneklerin pH analizi ölçüm öncesi tampon çözeltilerle (pH: 4 ve 7) kalibre edilmiş olan pH-metre cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Köftelerden alınan 10 g tartılmış ve üzerine 100 ml saf su ilave edilerek homojenize edilmiştir. Elde edilen bu süspansiyonda pH ölçümü gerçekleştirilmiştir. Nem tayini için kurutulmuş ve darası alınmış bir kurutma kabına yaklaşık 10 g örnek tartılmış ve kurutma fırınında 100-102°C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Örneklerdeki ağırlık kaybından yola çıkılarak nem içeriği % olarak hesaplanmıştır (AOAC 2005). Köftelerin renk yoğunlukları kolorimetre cihazı (Minolta CR-

200, Minolta Co, Osaka, Japan) kullanılarak kesit yüzeylerinden ölçülmüştür. Uluslararası Aydınlatma Komisyonu CIELAB (Commision Internationele de I'E Clairage) tarafından verilen kriterlere göre L* değeri; L=0, siyah; L=100, beyaz (koyuluk/açıklık); a* değeri; +a=kırmızı, -a=yeşil; b* değeri; +b=sarı, -b=mavi renk yoğunluklarını göstermektedir. Tiyobarbitürik asit reaktif maddelerin (TBARS) analizi için Lemon (1975) tarafından verilen yöntem esas alınmış, örneklere ait TBARS değerleri µmol MDA/kg örnek olarak tespit edilmiştir. Pişirme verimi ve büzülme değerleri pişirme öncesi ve sonrasında belirlenen ağırlık ve çaplardan aşağıdaki formüllere göre hesaplanmıştır.

$$Pişirme\ verimi\ (\%) = \frac{Pişmiş\ köfte\ ağırlığı\ (g)}{Çiğ\ köfte\ ağırlığı\ (g)}\ x\ 100$$

$$Büzülme\ (\%) = \frac{(çiğ\ köfte\ çapı - pişmiş\ köfte\ çapı)}{çiğ\ köfte\ çapı} x100$$

Tekstürel özellikler

Örneklerin tekstür profil analizi, tekstür analiz cihazı (CT3, Brookfield Engineering Laboratories, USA) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Köftelerden çıkarılan silindirik boyutlu (2cm çap x 2cm yükseklik) örnekler 50,8 mm'lik silindirik prob (TA 25/1000, Brookfield Engineering Laboratories, USA) kullanılarak iki sıkıştırma çevrimi ile oda sıcaklığında analize tabi tutulmuştur. Ölçümler 1mm/s'lik test hızıyla %50 sıkıştırma oranı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Elde edilen kuvvet-zaman eğrilerinden tekstürel parametreler olan sertlik, yapışkanlık, elastikiyet, kohesivlik, esneklik ve çiğnenebilirlik değerleri hesaplanmıştır

Duyusal özellikleri

Tavuk köfteleri renk, koku, tat, tekstür ve genel kabul edilebilirlik açısından gıda mühendisliği alanında eğitimli 10 panelist tarafından değerlendirilmiştir. Örnekler, floresan aydınlatmalı bir odada sunularak her bir özellik için 1'den 10'a kadar puanlama yapmaları istenmiştir. Panelistlere ölçek hakkında bilgi verildikten sonra analiz başlatılmıştır. Ayrıca, numuneler arasında ağızlarını temizlemeleri için panelistlere su ve ekmek verilmiştir.

İstatiksel analiz

Araştırma şansa bağlı tam bloklar deneme planına göre kurulmuş ve yürütülmüştür. Elde edilen sonuçlara varyans analizi uygulanmış ve önemli bulunan ana varyasyon kaynaklarına ait ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır (IBM SPSS Statistics 20).

3.BULGULAR VE TARTIŞMA

Tavuk eti köftelerinde belirlenen pH, nem içeriği ve TBARS değerlerine ait ortalamalar Tablo

1'de verilmiştir. Araştırmada pH değeri ve nem içeriği karnabahar kullanımından önemli düzeyde etkilenmiştir ($p<0,01$). Tavuk etinin %10 (T10) ve %20 (T20) oranlarında karnabahar ile değiştirilmesi pH değeri ve nem içeriğinde istatistiksel olarak önemli bir fark oluşturmamışken, %30 (T30) oranında karnabahar kullanımı pH değerinde azalma, nem içeriğinde ise artışa neden olmuştur ($p<0,05$). Diğer yandan karnabahar kullanımı TBARS değerinde önemli seviyede bir farklılığa sebep olmamıştır ($p>0,05$). Rather et al. (2022) tarafından yapılan bir çalışmada tavuk etinin karnabahar tozu ile ikame edilmesiyle bu çalışmaya benzer şekilde pH değerinde az bir miktarda düşüş olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 1. Tavuk köftelerinde belirlenen pH, nem içeriği ve TBARS değerlerine ait ortalamalar

	pH	Nem içeriği	TBARS
T0	6,30±0,00^{b}	57,33±0,39^{a}	18,67±0,26^{a}
T10	6,30±0,01^{b}	57,21±0,03^{a}	18,46±0,50^{a}
T20	6,30±0,00^{b}	58,15±0,09^{a}	17,72±0,10^{a}
T30	6,25±0,01^{a}	60,21±0,30^{b}	16,99±0,27^{a}
Önemlilik	**	**	ns

**p<0,01, ^{ns} p>0,05, T0: %100 tavuk eti, T10: %90 tavuk eti ± %10 karnabahar, T20: %80 tavuk eti ± %20 karnabahar, T30: %70 tavuk eti ± %30 karnabahar

Çalışmada tavuk köftelerde belirlenen L*, a* ve b* değerleri ile pişirme verimi ve büzülme değerlerine ait ortalamalar Tablo 2'de verilmiştir. L*, a* ve b* değerleri tavuk etinin belirli oranlarda karnabahar ile değiştirilmesinden istatistiksel olarak önemli düzeyde etkilenmemiştir ($p>0,05$). Bununla birlikte pişirme verimi köfte üretiminde karnabahar kullanımından önemli seviyede etkilenmiştir ($p<0,05$). Araştırmada T10 ve T20 gruplarında pişirme verimi kontrol örneklerine benzerlik gösterirken, T30 grubunda pişirme verimin azalma gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0,05$). Buna karşın büzülme değerinin, karnabahar kullanımı ile artış gösterdiği bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada tavuk nuggetlara yağ ikamesi olarak karnabahar eklenmiş, karnabahar ilaveli örneklerin pişirme veriminde artışa neden olduğu ifade edilmiştir (İbrahim et al. 2020).

Tablo 2. Tavuk köftelerinde belirlenen renk, pişirme verimi ve büzülme değerlerine ait ortalamalar

	L*	a*	b*	Pişirme verimi (%)	Büzülme
T0	56,17±1,08^{a}	7,86±0,96^{a}	29,36±1,51^{a}	89,12±0,04^{a}	10,77±0,00^{a}
T10	55,17±0,92^{a}	8,54±1,19^{a}	30,01±0,94^{a}	87,38±1,23^{ab}	15,12±1,05^{b}
T20	57,60±0,86^{a}	7,10±0,65^{a}	27,95±0,50^{a}	86,56±0,13^{ab}	12,88±0,76^{ab}
T30	57,43±0,48^{a}	7,37±0,29^{a}	27,82±1,21^{a}	85,02±0,32^{a}	15,67±0,74^{b}
Önemlilik	ns	ns	ns	*	*

*p<0,05, ^{ns} p>0,05, T0: %100 tavuk eti, T10: %90 tavuk eti ± %10 karnabahar, T20: %80 tavuk eti ± %20 karnabahar, T30: %70 tavuk eti ± %30 karnabahar

Üretilen köftelerde tekstürel özelliklere ait ortalamalar Tablo 3'te verilmiştir. Sertlik, esneklik, kohesivlik, elastikiyet ve çiğnenebilirlik tavuk eti yerine karnabahar kullanılmasından yağın mantar ile ikame edilmesinden önemli düzeyde etkilenmiştir ($p<0,05$). Sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerinin köftede karnabahar kullanım oranı arttıkça azaldığı en düşük değerin %30 karnabahar içeren T30 grubunda tespit edildiği görülmüştür ($p<0,05$). Esneklik ve elastikiyet için %10 oranında karnabahar kullanımının önemli bir değişime neden olmamış, ancak T20 ve T30 gruplarında azalmaya neden olmuştur. Kohesivlik değeri ise yalnızca %30 karnabahar içeren (T30) grubunda azalma göstermiştir. Yapışkanlık ise karnabahar kullanımından istatistiksel olarak etkilenmemiştir ($p>0,05$). Tekstürel özeliklerden olan sertlikte görülen düşüş, sebze dokusunun kas proteinleri matrisini seyreltmesiyle açıklanabilir ki bu durum Verma et al. (2015) tarafından yapılan lahana ikameli tavuk köftesi çalışmalarındaki verilere benzerlik göstermektedir.

Tablo 3. Tavuk köftelerinde belirlenen tekstürel özelliklere ait ortalamalar

	Sertlik	Yapışkanlık	Esneklik	Kohesivlik	Elastikiyet	Çiğnenebilirlik
T0	63,93±2,18^{d}	0,18±0,11^{a}	0,14±0,01^{c}	0,39±0,01^{b}	6,15±0,12^{c}	169,82±6,80^{d}
T10	62,90±1,60^{c}	0,18±0,02^{a}	0,14±0,01^{c}	0,40±0,01^{b}	5,99±0,11^{c}	150,25±5,41^{c}
T20	46,34±1,48^{b}	0,17±0,08^{a}	0,12±0,01^{b}	0,37±0,01^{b}	5,62±0,10^{b}	96,02±5,75^{b}
T30	30,24±1,22^{a}	0,15±0,03^{a}	0,11±0,01^{a}	0,32±0,01^{a}	4,86±0,07^{a}	46,95±3,38^{a}
Önemlilik	**	ns	**	**	**	**

**p<0,01, ns p>0,05, T0: %100 tavuk eti, T10: %90 tavuk eti ± %10 karnabahar, T20: %80 tavuk eti ± %20 karnabahar, T30: %70 tavuk eti ± %30 karnabahar

Tavuk eti köftelerinde belirlenen duyusal özelliklere ait ortalamalar Tablo 4'te verilmiştir. Duyusal özelliklerden renk, tat, koku, tekstür ve genel kabul edilebilirliğin karnabahar kullanımından önemli seviyede etkilenmediğini göstermiştir ($p>0,05$). Böylece tavuk etinin karnabahar ile değiştirilmesinin arzu edilen köfte özelliklerine benzer ürünlerin üretilmesini sağlayabilecektir.

Tablo 4. Tavuk köftelerinde belirlenen duyusal özelliklere ait ortalamalar

	Renk	Tat	Koku	Tekstür	Genel kabul edilebilirlik
T0	6,60±0,64^{a}	6,0±0,49^{a}	5,70±0,56^{a}	5,90±0,66^{a}	6,00±0,56^{a}
T10	7,40±0,54^{a}	6,20±0,64^{a}	6,60±0,62^{a}	6,10±0,66^{a}	6,50±0,65^{a}
T20	7,90±0,52^{a}	6,60±0,54^{a}	7,00±0,56^{a}	6,30±0,68^{a}	7,00±0,54^{a}
T30	7,90±0,55^{a}	6,80±0,59^{a}	6,20±0,63^{a}	6,30±0,47^{a}	6,80±0,53^{a}
Önemlilik	ns	ns	ns	ns	ns

^{ns} p>0,05, T0: %100 tavuk eti, T10: %90 tavuk eti ± %10 karnabahar, T20: %80 tavuk eti ± %20 karnabahar, T30: %70 tavuk eti ± %30 karnabahar

4.SONUÇ

Tavuk köftesinde karnabahar ikame oranı arttıkça, kas proteinlerinin (miyofibriller) seyrelmesine bağlı olarak köftelerin sertlik ve çiğnenebilirlik değerlerinde bir düşüş gözlemlenmiştir. Ancak bu yumuşama, belirli bir seviyeye kadar tüketiciler tarafından "daha sulu ve kolay tüketilebilir" bir yapı olarak algılanmıştır. Panelist değerlendirmeleri sonucunda, etin %30 oranına kadar karnabahar ile değiştirilmesinin, ürünün karakteristik tavuk köftesi aromasını bozmadığı ve genel kabul edilebilirlik açısından kontrol grubuyla benzer skorlar aldığı belirlenmiştir. Bu çalışma, hayvansal protein tüketimini azaltmak isteyen veya daha düşük kalorili alternatifler arayan modern tüketiciler için kabul edilebilir bir hibrit et ürünü modelini başarıyla ortaya koymuştur. Gelecek çalışmalarda, bu tür hibrit ürünlerin depolama stabilitesi ve mikrobiyolojik profili üzerine odaklanılması, ürünün ticari potansiyelini daha da netleştirecektir.

KAYNAKLAR

AOAC, (2005). Chapter 39. Meat and meat products. Official methods of analysis. Editor: Horwitz, W., Gaithersburg, MD: Association of Official Analytical Chemists.

Grasso, S., & Jaworska, S. (2020). Part-meat and part-plant: hybrid meat products as a transition strategy towards a more plant-based diet. *Foods*, 9(9), 1288.

Gök, V., Akkaya, L., Obuz, E., & Bulut, S. (2011). Effect of ground poppy seed, fat level and pumpkin flour on the quality of chicken nuggets. Meat Science, 89(4), 400-404.

Ibrahim, H. M., & Abu-Salem, F. M. (2020). Nutritional and quality characteristics of chicken nuggets incorporated with different levels of frozen white cauliflower. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 39(1), 58-64.

Lemon, D.W., (1975). An improved TBA test for rancidity new series circular. No:51. HalifaxLaboratory, Halifax, Nova Scatia.

Rather, S. A., Akhter, R., Masoodi, F. A., Gani, A., & Wani, S. M. (2022). Utilization of cauliflower stems and leaves powder in the development of high fibre spent hen meat cutlets. Journal of Food Science and Technology, 59(4), 1475-1484.

Slavin, J. L., & Lloyd, B. (2012). Health benefits of fruits and vegetables. Advances in Nutrition, 3(4), 506-516.

Serdaroğlu, M. (2006). The characteristics of beef patties containing different levels of fat and oat flour. International Journal of Food Science and Technology, 41(2), 147–153

Verma, A. K., Sharma, B. D., & Banerjee, R. (2015). Quality characteristics and storage stability of chicken meatballs incorporated with green cabbage (Brassica oleracea). Journal of Food Science and Technology, 52(6), 3776-3785.

Yılmaz, İ. (2004). Effects of whey protein concentrate and oat bran on the quality of low-fat meatballs. Meat Science, 67(2), 245-249.

FARKLI İYONİZE IŞINLAMA TEKNİKLERİNİN ET RENGİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Aliye AŞIKKUTLU
Selcuk University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering, 42130 Selcuklu, Konya
ORCID: 0000-0003-0906-4863
Cemalettin SARIÇOBAN
Selcuk University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering, 42130 Selcuklu, Konya
ORCID: 0000-0001-9898-0884

ÖZET

Günümüzde et endüstrisi, gıda güvenliğinin artırılması ve raf ömrünün uzatılması amacıyla iyonize ışınlama teknolojilerinden sıklıkla yararlanmaktadır. Uygulanan ışınlama yöntemleri gama ışınlaması, elektron demeti (e-beam) ve X-ışını uygulamaları olup bu yöntemlerin et rengi üzerindeki başlıca etkileri arasında miyoglobin oksidasyonu yer almaktadır. İyonize radyasyonun verdiği enerji ile doğrudan oksimiyoglobin-metmiyoglobin dengeleri değişebildiği gibi dolaylı yoldan radikaller de oksidasyona neden olabilmektedir.

Işınlama kaynaklı renk değişimleri; uygulanan doz, radyasyon türü, etin türü, yağ içeriği, ambalaj atmosferi ve depolama koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Düşük doz ışınlama uygulamalarında (ör. ≤ 1–2 kGy, tür ve çalışma koşuluna göre) renk değişimleri genellikle kabul edilebilir düzeyde iken, yüksek doz uygulamalarında metmiyoglobin oluşumunun artmasıyla birlikte kahverengileşme gözlemlenir. Oksijen varlığında metmiyoglobin oluşumu hızlanır. Bu nedenle, vakum veya modifiye atmosferde paketleme (MAP) işlemleri, ışınlama sonrası renk stabilitesini olumlu yönde etkilemektedir. Ayrıca, uygulanan radyasyonun enerji dağılımı ve penetrasyon farklılıkları, kullanılan yöntemler arasında farklı sonuçlar ortaya koyabilmektedir. Sonuç olarak, iyonize ışınlama tekniklerinin et rengi üzerindeki etkileri birden fazla faktörden etkilenmekte olup ürün türüne ve hedeflenen güvenlik düzeyine uygun olacak şekilde ideal et renginin korunacağı ışınlama koşullarının belirlenmesi büyük önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: İyonize ışınlama, gama ışınlaması, elektron demeti, X-ışını, miyoglobin, et rengi

EFFECTS OF DIFFERENT IONIZING IRRADIATION TECHNIQUES ON MEAT COLOR

ABSTRACT

Currently, the meat industry increasingly employs ionizing irradiation technologies to enhance food safety and extend shelf life. The main irradiation methods applied include gamma irradiation, electron beam (e-beam), and X-ray irradiation, among which myoglobin oxidation represents one of the primary effects on meat color. The energy delivered by ionizing radiation

can directly alter the oxymyoglobin–metmyoglobin equilibrium, while indirect oxidation may also occur through the formation of free radicals.

Irradiation-induced color changes vary depending on several factors, including the applied dose, type of radiation, meat species, fat content, packaging atmosphere, and storage conditions. At low irradiation doses (e.g., ≤ 1–2 kGy, depending on species and experimental conditions), color changes are generally within acceptable limits, whereas higher doses are associated with increased metmyoglobin formation and the development of brown discoloration. The presence of oxygen accelerates metmyoglobin formation; therefore, vacuum packaging or modified atmosphere packaging (MAP) positively influences color stability following irradiation. In addition, differences in energy distribution and penetration depth of the applied radiation may lead to varying outcomes among irradiation techniques.

In conclusion, the effects of ionizing irradiation techniques on meat color are influenced by multiple factors, and determining irradiation conditions that preserve optimal meat color in accordance with product type and the targeted level of safety is of critical importance.

Keywords: Ionizing irradiation, gamma irradiation, electron beam, X-ray, myoglobin, meat color

1. GİRİŞ

Işınlama, atomik parçacıkları bir arada tutan elektromanyetik enerji olup, gıda endüstrisinde giderek daha fazla kullanılan ve termal olmayan etkili bir dekontaminasyon tekniğidir (Brewer, 2009; Li et al., 2018). Et endüstrisinde ışınlama uygulaması, 1986 yılında Amerika Birleşik Devletleri Tarım Dairesi'nin (USDA) domuz etindeki *Trichinella spiralis*'in kontrolü amacıyla ışınlanmasını onaylamasıyla başlamıştır. Ardından, 1992 yılında taze ve dondurulmuş kümes hayvanlarının ışınlanması ve 1997 yılında ise kırmızı etin ışınlanması onaylanmıştır (Jia et al., 2023). Pratikte gıda güvenliğinin sağlanması için Codex Alimentarius Komisyonu tarafından kullanımı onaylanan üç ışınlama kaynağı: gama ışını, elektron ışını (e-beam) ve X-ışını'dır (Ham et al., 2017).

Işınlama dozu, birim kütle başına enerji miktarı olan Gray cinsinden ölçülür. Bir gıdanın maruz kaldığı enerji miktarı, "radyasyon absorbe dozu" (rad) olarak ifade edilir (Brewer, 2009). Gıda ışınlamada uygulanan dozlar, hedeflenen etkiye bağlı olarak düşük, orta ve yüksek dozlar şeklinde sınıflandırılmaktadır. 0,1–1 kGy aralığındaki düşük dozlar özellikle domuz etinde *Trichinella* gibi parazitleri inaktive ederken; 1–10 kGy aralığındaki orta dozlar *Salmonella spp.* ve *Listeria monocytogenes* gibi patojenleri azaltarak, özellikle dondurulmuş gıdalarda termal olmayan bir pastörizasyon etkisi sağlamaktadır. 10 kGy'nin üzerindeki yüksek dozlar ise

sterilizasyon amacıyla kullanılmaktadır (Indiarto et al., 2023). Ancak, radyasyon işlemine tabi tutulan bir gıdanın emdiği toplam ortalama doz 10 kGy'yi geçmemelidir (Codex Alimentarius Commission). Patojen azaltımı için, pişmemiş, soğutulmuş kırmızı et için maksimum 4,5 kGy; pişmemiş, dondurulmuş et için 7,0 kGy; taze veya dondurulmuş kümes hayvanları için ise 3,0 kGy'ye izin verilmektedir (Brewer, 2009).

Işınlama teknikleri, et ve et ürünlerinde mikrobiyal azalma ve raf ömrünün uzaması gibi olumlu etkilere sahipken, kaliteyi ve tüketici kabul edilebilirliğini korumak için dikkatlice yönetilmesi gereken özelliklerde değişikliklere yol açabilmektedir (Kim et al., 2024). Özellikle, et kaynağına, ambalajlama yöntemlerine ve ışınlanma koşullarına bağlı olarak renk, oksidatif stabilite (lipid-protein oksidasyonu) ve duyusal lezzet üzerinde olumsuz etkiler görülebilmektedir (Ham et al., 2017).

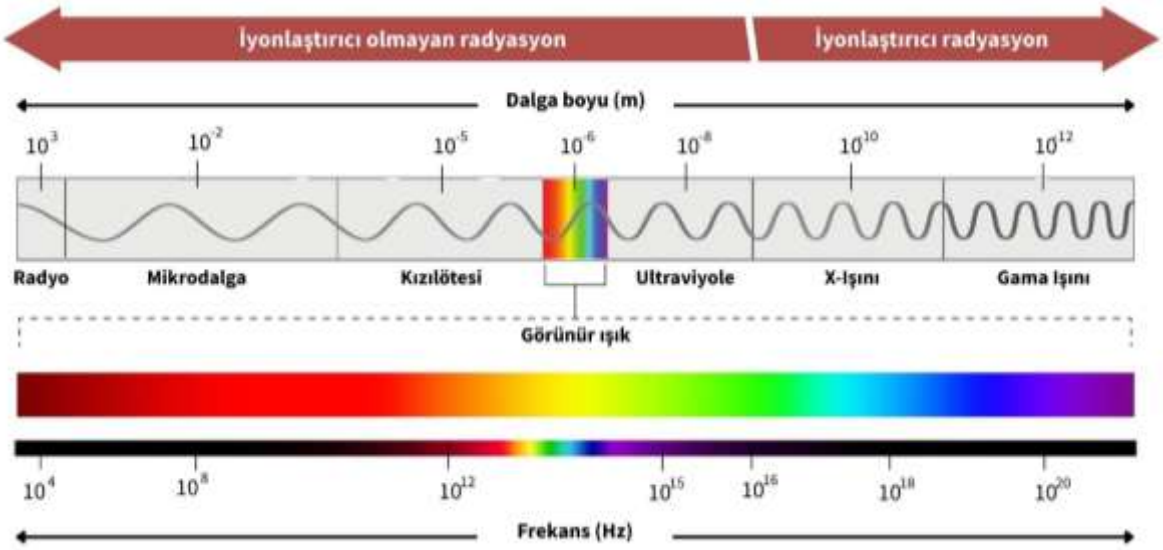
Et ve et ürünlerinde tüketicilerin satın alma kararını etkileyen en önemli kriterlerden biri ürünün rengi olup, araştırmacıların dikkatini çeken önemli bir kalite parametresidir (Tomasevic et al., 2021). Hem miyofibriller hem de sarkoplazmik proteinler ışınlama işleminden etkilenmektedir. Özellikle miyoglobin dahil olmak üzere sarkoplazmik proteinler, et rengini değiştirebilecek yapısal değişikliklere uğrar (Kim et al., 2024).

2. İYONİZE IŞINLAMANIN ETKİ MEKANİZMALARI

Işınlama işlemi ile elektronların enerji seviyesi artar. Elektronların orijinal enerji seviyelerine geri dönerken yaydıkları elektromanyetik enerji "radyasyon" olarak adlandırılır ve bu radyasyon, salınan enerji seviyesine bağlı olarak çeşitli biçimler alabilir (Şekil 1)(Brewer, 2009). Bir molekülü veya atomik elektronu uyarmaya yetecek kadar az enerjiye sahipken kimyasal olarak değiştirmek için yetersiz olan enerjiye "iyonlaştırıcı olmayan radyasyon" denir (Bisht et al., 2021; Brewer, 2009). Bunlar, son derece düşük frekanslı (ELF), radyo frekansı, kızılötesi, mikrodalga ve ultraviyole ışın radyasyonları olup, uzun dalga boyuna (>100 nm) ve düşük foton enerjisine (<12,4 eV) sahip elektromanyetik dalgalardır (Bisht et al., 2021).

Kimyasal bağları kırmak için yeterli ve atomlardan bir elektronu koparark iyon oluşturacak kadar yüksek olan enerjiye “İyonlaştırıcı radyasyon” denir. Atomları parçalayacak kadar yüksek olmayan, ancak bir elektronun atomdan ayrılmasına ve elektron eksikliği olan bir parçacık üretmesine neden olacak kadar enerjiye sahiptir (Bisht et al., 2021; Brewer, 2009). Orta enerjili bu radyasyon görünür ışık ve ısı olarak meydana gelmektedir (Brewer, 2009). Son derece kısa dalga boylarına ve yüksek yoğunluğa sahip olup; X ışınları, gama ışınları, elektron demetleri iyonlaştırıcı radyasyonun bazı yaygın örnekleridir (Bisht et al., 2021). Çok yüksek enerjili

kaynaklar (radyoaktif maddeler) ise atomları parçalayabilir, nötron üretebilir ve radyoaktif yan ürünler oluşturabilir (Brewer, 2009).



Şekil 1. Elektromanyetik spektrum

Gıdalar ışınlandığında, özellikle gıdanın yapısındaki su molekülleri radyolize uğrayarak hidroksil radikalleri (•OH), hidrojen atomları (H•), sulu elektronlar (e_{aq}^-) ve hidrojen peroksit gibi yüksek reaktiviteye sahip serbest radikallere ayrışır (Kim et al., 2024; Li et al., 2018). Yanı sıra, ışınlama ile sağlanan enerji girdisi, doymamış (çift bağlar) bağların ortadan kaldırılması, aromatik ve heterosiklik bileşiklerin hidroksilasyonu, karbonil ve hidroksil türevlerinin oksidasyonu/indirgenmesi, metallerin ve iyonların oksidasyonu gibi çeşitli kimyasal dönüşümlere yol açar. Bu reaksiyonlar sonucunda lipit oksidasyonu tetiklenir, protein yapıları parçalanabilir ve gıdanın renk, koku ve tat özelliklerinde istenmeyen değişimler meydana gelebilir (Brewer, 2009; Jia et al., 2023).

Elektron demeti (e-beam) tekniği ile uygulanan ışınlamada, fırlatılan yüksek enerjili elektronlar gıdalardaki atomları doğrudan iyonlaştırabilir. Ancak, gama ve X-ışınları enerjilerinin bir kısmını gıdalardaki atomların elektronlarına aktararak yörüngeden çıkmalarını sağlar. Ortaya çıkan serbest elektronlar, sahip oldukları enerji tükenene kadar gıda matrisi içerisindeki atomları sürekli olarak uyarır ve iyonlaştırır. Işınlanan gıdanın tüm bileşenleri bu fizikokimyasal olaylara eş zamanlı ve etkileşimli olarak maruz kaldığından, gıdanın renk, oksidatif stabilite, doku ve genel kalite özelliklerinde değişimlere yol açabilir (Kim et al., 2024).

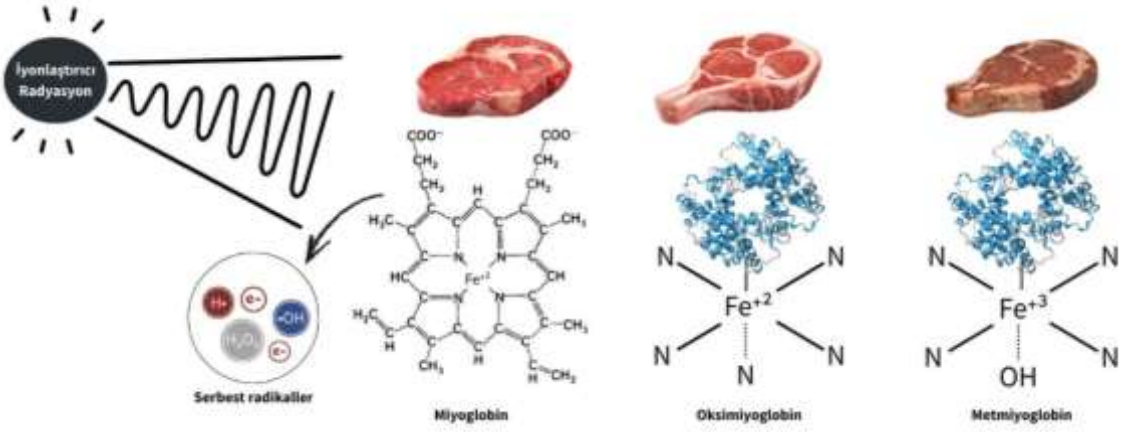
3. ET RENGİNİN TEMEL BİYOKİMYASI VE IŞINLAMANIN ETKİSİ

Tüketiciler tarafından değerlendirilen ilk duyusal özellik olması sebebiyle, et rengi önemli bir kalite parametresidir (Jia et al., 2023). Miyoglobin, oksidatif enzimler ve özellikle

mitokondri gibi organellerin çeşitliliği, sığır eti rengindeki değişikliklerle yakından ilişkilidir. Kas proteinlerinin et rengi üzerindeki rolü; lif tipi, glikoliz, sarkoplazmik proteinler, miyofibril yapı ve oksidatif reaksiyonlar gibi çok sayıda faktörle ilişkilendirilmiştir (Gagaoua et al., 2020).

Kas proteini olan sarkoplazmik proteinler arasında, et renginden sorumlu olan miyoglobin bulunur. Miyoglobin, merkezinde bir demir atomu içeren tetramerik bir hem proteini olup, et rengi redoks durumuna ve ligand üzerindeki reaksiyona giren bileşiklere bağlı olarak değişir (Kim et al., 2024). Taze ette miyoglobin; deoksimiyoglobin (DMb) formunda mor, oksimiyoglobin (OMb) formunda parlak kırmızı ve metmiyoglobin (MMb) formunda kahverengimsi bir renk oluşturmaktadır (Gagaoua et al., 2020).

İyonlaştırıcı radyasyonun hem pigmentlerine karşı oksitleyici etkisi, su radyolizi sırasında üretilen reaktif maddeler aracılığıyla gerçekleşir (Sales et al., 2020). Işınlama ile indüklenen oksidatif reaksiyonlar, miyoglobinin oksidasyonunu hızlandırarak metmiyoglobin oluşumunu artırabilir (Şekil 2). Hayvan türü, kas tipi, miyoglobin içeriği ve amino asit dizisi gibi faktörlere bağlı olarak ışınlamanın etkisi değişkenlik gösterebilir. Ayrıca ambalaj ortamındaki oksijen varlığının bu renk değişimlerini belirgin şekilde etkilediği bildirilmiştir (Kim et al., 2024).



Şekil 2 İyonlaştırıcı radyasyonun miyoglobine karşı oksitleyici etkisi

Oksijen varlığı, miyoglobin ile reaksiyona girerek oksimiyoglobin oluşumunu desteklese de, yüksek O_2 düzeyleri ette proteinler arası çapraz bağ oluşumunu ve lipid oksidasyonunu artırarak renk ve tatta istenmeyen değişikliklere yol açabilmektedir. Bu nedenle kırmızı ette en yaygın kullanılan modifiye atmosferde ambalajlama (MAP) sistemi, görsel çekiciliği korumak amacıyla oksimiyoglobin oluşumunu destekleyen %70–80 O_2 ve %20–30 CO_2 içeren gaz karışımıdır (Rodrigues et al., 2018). Etin azot ortamında veya vakum altında ışınlanmasının et

kalitesini (renk, lezzet, lipit oksidasyonu vb.) önemli ölçüde iyileştirdiği bildirilmiştir (Brewer, 2009).

Beyaz et ve kırmızı et rengi üzerinde ışınlamanın etkisi farklıdır (Kim et al., 2024). Belirli bir kas dokuda bulunan miyoglobin konsantrasyonu, et yüzeyinin kırmızılık (a^*), sarılık (b^*) ve koyuluk-açıklık (L^*) değerlerini belirlemektedir (Gagaoua et al., 2020). Işınlama işleminden en çok etkilenen renk değeri kırmızılıktır (Nam & Ahn, 2002). Özellikle, karbonmonoksit (CO) miyoglobine bağlandığında, oksimiyoglobine benzer kırmızı renkte olan karboksimiyoglobin (CO-Mb) üretilir. CO-Mb oluşumuyla indüklenen kırmızılık (a^*) değerindeki iyileşme beyaz ette daha belirgindir ve bu etki radyasyon dozuyla pozitif korelasyon göstermektedir (Feng et al., 2017). Çiğ hindi göğüs etinde, altıncı ligand olarak miyoglobine bağlanabilen CO üretiminin ışınlama dozu ile orantılı olduğu bildirilmiştir (Nam & Ahn, 2002). Karboksimiyoglobin'in, ışınlanmış etlerde pembe rengin oluşumuyla ilişkili olabileceği öne sürülmüştür (Ham et al., 2017).

3.1. Gama Işınlamasının Et Rengi Üzerindeki Etkileri

Gama ışını, radyoaktif maddeden yayılan yüksek frekans ve enerjiye sahip elektromanyetik dalgadır. Fotonları yüksek tekrarlanma sıklığına sahip olduğundan hedef gıdaya çeşitli derinliklere kadar nüfuz edebilmektedir (Bisht et al., 2021; Kim et al., 2024). Gıda ışınlaması için onaylanmış radyonüklidler olan Sezyum-137 ve Kobalt-60, zamanla bozunurken gama ışınları üretmektedir (Brewer, 2009).

Gama ışınına maruz kaldığı zaman, miyoglobin çözeltisinde protein molekülünün düzenli yapısı bozulur; polipeptit zincirlerinde parçalanma, çapraz bağlanma ve agregasyon oluşumu meydana gelir (Nam & Ahn, 2002). Sarkoplazmik proteinler açılır ve polar olmayan gruplar açığa çıkar (Kim et al., 2024).

Farklı etnik Hint et ürünlerinin gama ışını ile ışınlandığı bir çalışmada, görünüm, tat ve dokunun ışınlanmamış kontrol örneğinden farklı olmadığı ve tüm örneklerin kabul edilebilir olduğu bildirilmiştir. Sonuçlar, et ürünlerinin ışınlanması için kullanılan dozların (1, 2 ve 3 kGy) eşik seviyesinin altında veya yakınında olması ile ilişkilendirildi (Kanatt et al., 2005). Chouliara et al. (2008), tavuk göğüs etinin raf ömrünün uzatılmasında ışınlama ve modifiye atmosfer ambalajlamanın birleşik etkisini inceledikleri çalışmada, 4 kGy gama ışını uygulamasının a^* değerlerinde hafif bir artışa yol açsa da, L^* ve b^* değerlerinde önemli bir değişiklik oluşturmadığını gözlemledi.

Al-Bachir and Zeinou (2009), deve eti kıymasını 0, 2, 4 ve 6 kGy dozlarında gama ışınlamasına tabi tutmuştur. Işınlamadan sonraki iki gün içinde yapılan duyusal analizler deve

etinin renk özelliklerinin gama ışınlama işleminden etkilenmediğini göstermiştir. Mavi yüzücü yengece uygulanan 2 ve 4 kGy gama ışını dozları, kontrol grubuna kıyasla yengeç etinin açıklık (L *) değeri üzerinde hiçbir etki oluşturmazken, kırmızılık ve sarılıkta (a* ve b*) azalma olmuştur. Genel görünüm ise, duyusal panelistler tarafından ayırt edilememiştir (Suklim et al., 2014).

Sales et al. (2020), dondurulmuş vakumlu paketlenmiş sığır etini 3, 6 ve 9 kGy dozda gama ışınına maruz bıraktı. Işınlama nedeniyle önemli bir yüzey renk değişimi gözlenmedi. Ancak, yüksek dozda ışınlama, daha kırmızımsı bir tona sahip sığır etiyle sonuçlandı.

3.2. X-Işını Uygulamasının Et Rengi Üzerindeki Etkileri

X-ışını, yüksek enerjili hızlandırılmış elektronların yoğun bir hedefle çarpışması sonucu oluşan fotonların enerji spektrumudur (Kim et al., 2024). X-ışını uygulaması, kullanımının kolay olması, işlem süresinin kısa ve verimli olması, radyoaktif atık oluşmaması ve penetrasyon gücünün (yaklaşık 30-40 cm) gama ışınına yakın olması sebebiyle dikkat çekmektedir (Bisht et al., 2021; Ham et al., 2017). Her ne kadar elektron ışınına göre daha yüksek bir nüfuz kabiliyetine sahip olsa da, bahsedilen üç ana radyasyon türü arasında enerji verimliliği nispeten düşüktür (Kim et al., 2024).

Pişmiş dana köfteleri ve domuz sosislerinde ışınlama kaynağı ve doz seviyesine bağlı olarak kırmızılık değerinin anlamlı bir şekilde değiştiği gözlemlenmiştir. Dana köftelerinde artan dozla birlikte kırmızılık azalmış ve bu azalma özellikle elektron ışınlamasında belirgin olmuştur. Domuz sosislerinde, gama ışını yüksek dozlarda kırmızılığı artırma eğilimi gösterirken, elektron ışınlaması kırmızılığı azaltmış, X-ışını ışınlamasının ise yüksek dozlarda anlamlı bir etkisi olmamıştır (Ham et al., 2017). Sonuçlar ışınlama kaynağının et ürünlerindeki renk değişimini belirlemede etkin bir faktör olduğunu göstermiştir.

Luchsinger et al. (1997) 3,5 kGy'ye kadar olan X-ışını uygulamasının dondurulmuş vakumlu paketlenmiş sığır etinin renk ve oksidatif bozulması üzerinde minimal etkilere sahip olduğunu gözlemlemiştir.

Bliznyuk et al. (2022), soğutulmuş hindi etinin X-ışını ile ışınlanması için 0,5–0,75 kGy, elektron ışınlaması için ise 0,25–1 kGy doz aralıklarını önermiştir. Bu doz aralıkları belirlenirken, her bir ışınlama türünde en düşük dozların mikroorganizma yükünü yeterli düzeyde azalttığı, en yüksek dozların ise organoleptik ve mikrobiyolojik analizlere göre hindi etinin görünüm, tat, renk ve koku özellikleri üzerinde olumsuz bir etki oluşturmaması dikkate alınmıştır.

3.3. Elektron Demeti (E-beam) Uygulamasının Et Rengi Üzerindeki Etkileri

Elektronların elektrik kullanılarak "hızlandırılması" ile yüksek enerjili parçacıklar üretilebilmektedir. Bu hızlandırılmış yüksek enerjili elektronlar, bir elektron tabancasından akım (elektron ışını) halinde dışarı fırlatılmaktadır. Hızlandırılmış elektron üretmek için radyoaktif bir kaynağa gerek yoktur (Brewer, 2009). Yüksek enerji verimliliği nedeniyle elektron demeti uygulaması, aynı dozdaki diğer radyasyon uygulamalarına kıyasla çok daha hızlıdır. Ancak, gıdalarda nüfuz derinli 5-10 cm ile sınırlı olup gama ışınlarından daha düşüktür (Kim et al., 2024).

Yapılan bir çalışmada 5 kGy'lik aynı dozda kullanılan ışınlama kaynakları arasında, elektron ışınları ve X ışınları, gama ışınlarına göre daha yüksek protein çözünürlüğüne neden olmuştur (Kim et al., 2024). Arshad et al. (2020), 7 kGy ve 3 kGy e-beam ile ışınlanan dondurulmuş ördek etinde, oksimiyoglobin ve metmiyoglobin miktarlarının büyük ölçüde etkilendiğini ve metmiyoglobin miktarının ışınlama dozuyla anlamlı derecede arttığını gözlemledi.

Du et al. (2000), elektron demeti kullanarak ışınlanmış çiğ tavuk etinin a^* değerinin arttığını ve ışınlanmış etin, ışınlanmamış ete göre daha kırmızı göründüğünü gözlemledi. Vakumlu ve aerobik ambalajlama arasındaki tüm L^*, a^* ve b^* değerlerindeki büyük farklılıklar, vakumlu ambalajlamanın et renginin korunmasında yardımcı olduğunu göstermiştir. Çiğ dana kıymasının 4,5 kGy elektron demeti ile ışınlanması et renginde solmaya sebep oldu. Işınlama dozu 3,0 kGy üzerinde olduğunda L^* ve b^* değeri önemli ölçüde azalmıştır. Açıklık, kırmızılık ve sarılık ışınlama altında farklı toleranslara sahiptir. a^* değerindeki azalma, miyoglobin bozulması veya denatürasyonu nedeniyle etteki pigment konsantrasyonunun azaldığını göstermiştir (Feng et al., 2019).

SONUÇ

Bu derleme, iyonize ışınlama teknolojilerinin et rengi üzerindeki etkilerini, farklı ışınlama yöntemleri (gama, X-ışını ve elektron demeti) çerçevesinde bütüncül olarak değerlendirmiştir.

Gama ışınlaması, X-ışını ve elektron demeti uygulamalarının enerji dağılımı ve etkileşim mekanizmalarındaki farklılıklar, et rengi üzerindeki etkilerin yöntemler arasında değişkenlik göstermesine neden olmaktadır.

Literatür bulguları, ışınlama kaynaklı renk değişimlerinin; uygulanan doz, radyasyon türü, penetrasyon özellikleri, etin türü, myoglobin içeriği, ambalaj atmosferi ve depolama koşulları gibi çok sayıda faktörden etkilendiğini göstermektedir. Esas olarak, iyonize radyasyon miyoglobin formları arasındaki dengeyi değiştirmekte ve bu değişim doğrudan moleküler enerji transferi ve dolaylı olarak serbest radikal oluşumu yoluyla gerçekleşmektedir. Düşük doz

uygulamalarda (<7 kGy) renk değişimleri çoğunlukla sınırlı ve kabul edilebilir düzeyde kalırken, yüksek dozlarda metmiyoglobin oluşumu ile birlikte et renginde kahverengileşme görülmekte ve renk stabilitesinde bozulmalar belirginleşmektedir. Işınlama uygulamalarında, oksijen varlığının bu süreci hızlandırdığı, buna karşılık vakum ve modifiye atmosfer gibi ambalajlama uygulamalarının renk stabilitesini olumlu yönde etkilediği bildirilmektedir.

Sonuç olarak, iyonize ışınlama yöntemlerinin et rengi üzerindeki etkileri çok faktörlü bir yapıya sahiptir. Ürün türü ve hedeflenen mikrobiyal güvenlik düzeyi dikkate alınarak, uygun ışınlama yöntemi, doz aralığı ve ambalaj koşullarının birlikte optimize edilmesi, hem renk stabilitesinin korunması hem de tüketici kabulünün sürdürülebilmesi açısından kritik öneme sahiptir. Gelecekte yapılacak çalışmaların, ışınlama–ambalaj–depolama etkileşimlerini entegre bir yaklaşımla ele alması, et ürünlerinde kalite kayıplarının en aza indirilmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Al-Bachir, M., & Zeinou, R. (2009). Effect of gamma irradiation on microbial load and quality characteristics of minced camel meat. *Meat Science*, *82*(1), 119-124. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.12.012

Arshad, M. S., Kwon, J.-H., Ahmad, R. S., Ameer, K., Ahmad, S., & Jo, Y. (2020). Influence of E-beam irradiation on microbiological and physicochemical properties and fatty acid profile of frozen duck meat. *Food Science & Nutrition*, *8*(2), 1020-1029. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/fsn3.1386

Bisht, B., Bhatnagar, P., Gururani, P., Kumar, V., Tomar, M. S., Sinhmar, R., Rathi, N., & Kumar, S. (2021). Food irradiation: Effect of ionizing and non-ionizing radiations on preservation of fruits and vegetables– a review. *Trends in Food Science & Technology*, *114*, 372-385. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.06.002

Bliznyuk, U., Avdyukhina, V., Borshchegovskaya, P., Bolotnik, T., Ipatova, V., Nikitina, Z., Nikitchenko, A., Rodin, I., Studenikin, F., Chernyaev, A., & Yurov, D. (2022). Effect of electron and X-ray irradiation on microbiological and chemical parameters of chilled turkey. *Scientific Reports*, *12*(1), 750. https://doi.org/10.1038/s41598-021-04733-3

Brewer, M. S. (2009). Irradiation effects on meat flavor: A review. *Meat Science*, *81*(1), 1-14. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2008.07.011

Chouliara, E., Badeka, A., Savvaidis, I., & Kontominas, M. G. (2008). Combined effect of irradiation and modified atmosphere packaging on shelf-life extension of chicken breast meat: microbiological, chemical and sensory changes. *European Food Research and Technology*, *226*(4), 877-888. https://doi.org/10.1007/s00217-007-0610-3

Du, M., Ahn, D. U., Nam, K. C., & Sell, J. L. (2000). Influence of dietary conjugated linoleic acid on volatile profiles, color and lipid oxidation of irradiated raw chicken meat. *Meat Science*, *56*(4), 387-395. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00067-X

Feng, X., Jo, C., Nam, K. C., & Ahn, D. U. (2019). Impact of electron-beam irradiation on the quality characteristics of raw ground beef. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, *54*, 87-92. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ifset.2019.03.010

Feng, X., Moon, S. H., Lee, H. Y., & Ahn, D. U. (2017). Effect of irradiation on the parameters that influence quality characteristics of raw turkey breast meat. *Radiation Physics and Chemistry*, *130*, 40-46. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2016.07.015

Gagaoua, M., Hughes, J., Terlouw, E. M. C., Warner, R. D., Purslow, P. P., Lorenzo, J. M., & Picard, B. (2020). Proteomic biomarkers of beef colour. *Trends in Food Science & Technology*, *101*, 234-252. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.05.005

Ham, Y.-K., Kim, H.-W., Hwang, K.-E., Song, D.-H., Kim, Y.-J., Choi, Y.-S., Song, B.-S., Park, J.-H., & Kim, C.-J. (2017). Effects of irradiation source and dose level on quality characteristics of processed meat products. *Radiation Physics and Chemistry*, *130*, 259-264. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2016.09.010

Indiarto, R., Irawan, A. N., & Subroto, E. (2023). Meat Irradiation: A Comprehensive Review of Its Impact on Food Quality and Safety. *Foods*, *12*(9), 1845. https://www.mdpi.com/2304-8158/12/9/1845

Jia, W., Wang, X., Zhang, R., Shi, Q., & Shi, L. (2023). Irradiation role on meat quality induced dynamic molecular transformation: From nutrition to texture. *Food Reviews International*, *39*(7), 4442-4464. https://doi.org/10.1080/87559129.2022.2026377

Kanatt, S. R., Chander, R., & Sharma, A. (2005). Effect of radiation processing on the quality of chilled meat products. *Meat Science*, *69*(2), 269-275. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.07.006

Kim, Y. J., Cha, J. Y., Kim, T. K., Lee, J. H., Jung, S., & Choi, Y. S. (2024). The Effect of Irradiation on Meat Products. *Food Sci Anim Resour*, *44*(4), 779-789. https://doi.org/10.5851/kosfa.2024.e35

Li, C., He, L., Ma, S., Wu, W., Yang, H., Sun, X., Peng, A., Wang, L., Jin, G., Zhang, J., Jin, Y., & Ma, M. (2018). Effect of irradiation modification on conformation and gelation properties of pork myofibrillar and sarcoplasmic protein. *Food Hydrocolloids*, *84*, 181-192. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.05.047

Luchsinger, S. E., Kropf, D. H., Garcia Zepeda, C. M., Hunt, M. C., Stroda, S. L., Marsden, J. L., & Kastner, C. L. (1997). Color and oxidative properties of irradiated whole muscle beef. *Journal of Muscle Foods*, *8*(4), 427-443. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.1997.tb00730.x

Nam, K. C., & Ahn, D. U. (2002). Carbon monoxide-heme pigment is responsible for the pink color in irradiated raw turkey breast meat. *Meat Science*, *60*(1), 25-33. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00101-2

Rodrigues, I., Trindade, M. A., Palu, A. F., Baldin, J. C., de Lima, C. G., & de Alvarenga Freire, M. T. (2018). Modified atmosphere packaging for lamb meat: evaluation of gas composition in the extension of shelf life and consumer acceptance. *Journal of Food Science and Technology*, *55*(9), 3547-3555. https://doi.org/10.1007/s13197-018-3280-1

Sales, L. A., Rodrigues, L. M., Silva, D. R. G., Fontes, P. R., Torres Filho, R. d. A., Ramos, A. d. L. S., & Ramos, E. M. (2020). Effect of freezing/irradiation/thawing processes and subsequent aging on tenderness, color, and oxidative properties of beef. *Meat Science*, *163*, 108078. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108078

Suklim, K., Flick, G. J., & Vichitphan, K. (2014). Effects of gamma irradiation on the physical and sensory quality and inactivation of Listeria monocytogenes in blue swimming crab meat (Portunas pelagicus). *Radiation Physics and Chemistry*, *103*, 22-26. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.radphyschem.2014.05.009

Tomasevic, I., Djekic, I., Font-i-Furnols, M., Terjung, N., & Lorenzo, J. M. (2021). Recent advances in meat color research. *Current Opinion in Food Science*, *41*, 81-87. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cofs.2021.02.012

BİYOPOLİMER BAZLI AKTİF AMBALAJLARDA UÇUCU YAĞ UYGULAMALARININ ET VE ET ÜRÜNLERİNE ETKİSİ

Aliye AŞIKKUTLU
Selcuk University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering, 42130 Selcuklu, Konya
ORCID: 0000-0003-0906-4863
Cemalettin SARIÇOBAN
Selcuk University, Faculty of Agriculture, Department of Food Engineering, 42130 Selcuklu, Konya
ORCID: 0000-0001-9898-0884

ÖZET

Günümüzde gıda ambalajlama sistemlerinin en önemli hedeflerinden biri, petrol bazlı polimerlere olan bağımlılığı azaltacak doğal, biyolojik olarak parçalanabilir ve yenilenebilir kaynaklardan malzeme elde etmektir. Uçucu yağların biyopolimer bazlı aktif ambalaj sistemlerine entegre edilmesi ise, et ve et ürünlerinin raf ömrünün uzatılması ve kalite kayıplarının azaltılması açısından dikkat çekmektedir. Bu derlemede, farklı biyopolimer matrisler içerisine yüklenen uçucu yağların kullanıldığı aktif film ve kaplamaların kimyasal, fiziksel ve mekanik özellikleri üzerindeki etkileri ele alınmıştır. Ayrıca bu sistemlerin antioksidan ve antimikrobiyal potansiyelleri ile lipid ve protein oksidasyonunun kontrolündeki rolleri değerlendirilmiştir. Genel olarak, uçucu yağ içeren biyopolimer aktif ambalajların biyolojik olarak parçalanabilirlik, yenilenebilirlik ve biyouyumluluk gibi sürdürülebilir özelliklerin yanı sıra, et endüstrisinde gıda israfının azaltılmasına ve ürün kalitesinin korunmasına yönelik umut vadeden bir teknoloji olduğu gözlemlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Esansiyel yağlar, aktif ambalajlama, biyopolimer filmler, et ürünleri, antioksidan ve antimikrobiyal aktivite

THE EFFECT OF ESSENTIAL OIL APPLICATIONS IN BIOPOLYMER-BASED ACTIVE PACKAGING ON MEAT AND MEAT PRODUCTS

ABSTRACT

One of the primary objectives of contemporary food packaging systems is to reduce dependence on petroleum-based polymers by developing materials derived from natural, biodegradable, and renewable resources. In this context, the incorporation of essential oils into biopolymer-based active packaging systems has attracted considerable attention due to their potential to extend the shelf life of meat and meat products and to mitigate quality deterioration. This review examines the effects of active films and coatings incorporating essential oils into various biopolymer matrices on their chemical, physical, and mechanical properties. In addition, the antioxidant and antimicrobial potential of these systems, as well as their roles in controlling lipid and protein oxidation, are evaluated. Overall, biopolymer-based active packaging

containing essential oils has been identified as a promising technology for the meat industry, offering sustainable characteristics such as biodegradability, renewability, and biocompatibility, while contributing to the reduction of food waste and the preservation of product quality.

Keywords: Essential oils, active packaging, biopolymer films, meat products, antioxidant and antimicrobial activity

1. GİRİŞ

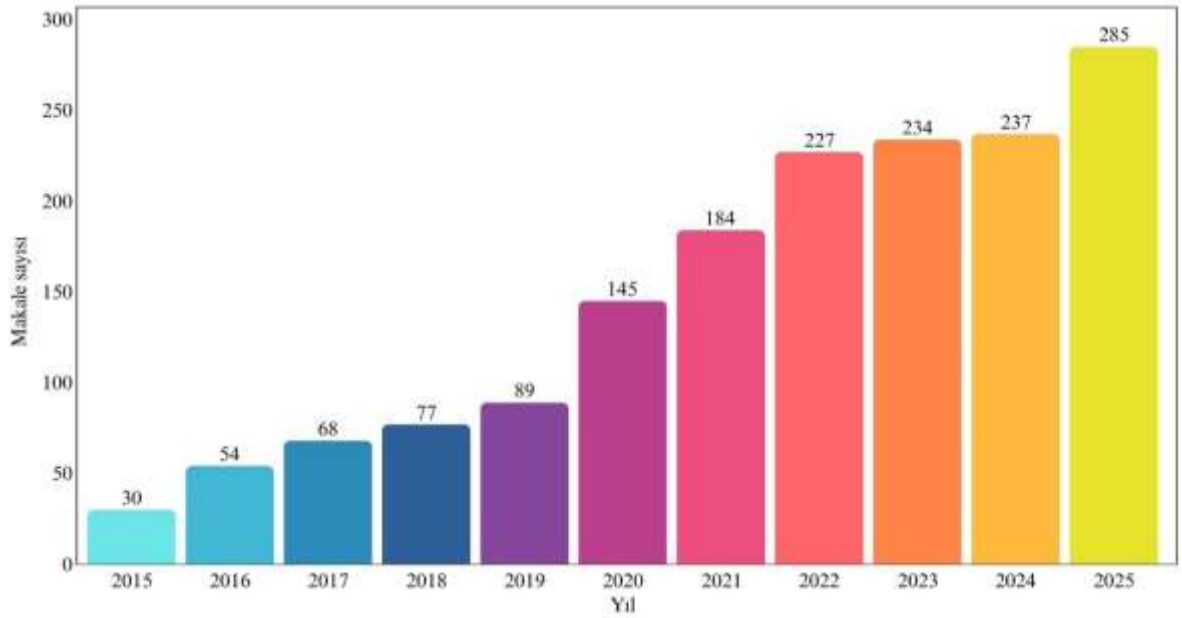
Değişen dünya dinamikleri ve tüketici tercihleri, ambalaj materyalleri için yenilikçi malzeme ve yöntemlerin geliştirilmesini teşvik etmektedir. Günümüzde gıda ambalajlama sistemlerinin en önemli hedeflerinden biri, petrol bazlı polimerlere olan bağımlılığı azaltacak doğal, biyolojik olarak parçalanabilir ve yenilenebilir kaynaklardan malzeme elde etmektir (Zubair et al., 2022). Özellikle, biyopolimer bazlı ambalaj malzemeleri biyolojik olarak parçalanabilirlik, yenilenebilirlik ve biyouyumluluk gibi sürdürülebilir özellikleri nedeniyle dünyada giderek artan bir ilgi görmektedir (Moura-Alves et al., 2023).

Plastik atıkların yanı sıra, küresel ölçekte gıda atıkları ve israfı, acil çözümler gerektiren çevresel ve ekonomik sorunlar olarak kabul edilmektedir (Tomić et al., 2023). Et ve et ürünleri gibi oldukça hızlı bozulabilen gıdalarda, ambalajlama stratejileri raf ömrünü uzatarak özellikle mikrobiyal ve oksidasyon süreçlerinin yol açtığı hasarlar nedeniyle ortaya çıkan gıda israfını önlemede kritik bir rol oynamaktadır (Alizadeh-Sani et al., 2020). Doğal koruyucu maddelerin gıda ürünlerine doğrudan eklenmesi, bunların hızlı tüketilmesine ve sonrasında koruyucu etkilerinin kaybolmasına yol açabilmektedir (Aminzare et al., 2024). Bitkisel kaynaklardan elde edilen doğal antimikrobiyal ve antioksidan özellikteki biyoaktif bileşikler, gıda ambalajı olarak kullanılacak polimer matrislere kolaylıkla dahil edilebilmektedir (Pinheiro Bruni et al., 2020).

Gıda endüstrisinde sentetik antioksidan ve antimikrobiyal maddeler kullanılsa da, birçoğu sağlık üzerinde olumsuz etkilere sahiptir. Bu nedenle, özellikle gıda ambalajlama uygulamaları için, antimikrobiyal ve antioksidan özellikteki uçucu yağlar gibi doğal bileşikler büyük ilgi görmektedir (Zubair et al., 2022). Aktif ambalajlar, gıdaların raf ömrünü uzatmak, mikrobiyal güvenliğini artırmak ve aynı zamanda kaliteyi korumak için geliştirilmiş modern ambalaj sistemleridir. Aktif bileşenin kontrollü salınımını gerçekleştirmek ve fonksiyonelliğini muhafaza etmek amacıyla, uçucu yağlar polimer bazlı matrislere çeşitli yöntemlerle kapsüle edilebilmektedir (Chacha et al., 2022).

Avrupa Birliği Komisyonu Yönetmeliği (EUGCR)'ne göre aktif ambalajlama, dış etkilere karşı koruyucu bir bariyer sağlamanın yanı sıra ek bir fonksiyona sahip gıda ambalajlarıdır.

Aktif ambalajlar, gıdadan veya gıdayı çevreleyen ortamdan gıda kaynaklı kimyasalları emer, ya da aktif bileşenleri gıdaya veya gıdayı çevreleyen ortama salar (Commission, 2009). Uçucu yağlar, ABD Gıda ve İlaç İdaresi (FDA) tarafından güvenli olarak kabul edilmektedir (Tomić et al., 2023). Şekil 1'de 2015-2025 yılları arasında WOS'ta "essential oil based active packaging" terimi kullanılarak taratılan toplam yayın sayıları verilmiştir.



Şekil 1. Web of Science Core Collection, Grants Index, KCI-Korean Journal Database, MEDLINE® , ProQuest ™ Dissertations & Theses Citation Index, SciELO Citation Index'ten seçilen 1630 yayının yıllara göre dağılımı

2. UÇUCU YAĞLARIN KİMYASAL VE FONKSİYONEL ÖZELLİKLERİ

Uçucu yağlar, bitkinin farklı kısımlarında (tohumlar, gövdeler, dallar, yapraklar, kabuklar, gövdeler, meyveler, çiçekler ve tomurcuklar gibi) sentezlenen ve boşluklarda, kanallarda, salgı hücrelerinde, epidermik hücrelerde veya bezli trikomlarda depolanan aromatik bileşiklerin karmaşık karışımlarıdır (Teixeira et al., 2013). Hem antimikrobiyal ve antioksidan özelliklere hem de anti inflamatuar, analjezik, antidepresif gibi çeşitli etkilere sahip uçucu ve kokulu hidrofobik sıvılardır (Chacha et al., 2022; Tomić et al., 2023).

Bitki uçucu yağlarının kimyasal bileşimi; bitkinin türü, elde edildiği kısım, hasat zamanı, coğrafi kökeni ve özellikle ekstraksiyon yöntemi gibi çeşitli faktörlerden etkilenmektedir (Teixeira et al., 2013). Uçucu yağlar; aromatik hidrokarbonlar, alkoller, asitler, aldehitler, terpenler, terpenoidler, esterler ve ketonlar gibi çok sayıda bileşik içermektedir. Ancak, antioksidan ve antimikrobiyal özellikleri tek bir bileşikten ileri gelmemektedir (Angane et al., 2022).

Uçucu yağlar, kimyasal yapıları bakımından antioksidan ve antimikrobiyal aktivite gösteren farklı bileşik sınıflarını içermektedir. Bu bileşikler mikroorganizma hücre zarının bütünlüğünü bozarak hem antimikrobiyal etki göstermekte hem de serbest radikal süpürücü özellikleriyle antioksidan aktiviteye katkı sağlamaktadır. Uçucu yağların başlıca kimyasal bileşenleri terpenler, terpenoidler, polifenoller ve fenilpropanoidlerdir (Angane et al., 2022; Tomić et al., 2023). Özellikle, monoterpenler uçucu yağlarda baskın bileşikleri temsil eder ve toplam uçucu yağ bileşiminin %90'ını oluşturabilir. Fenolik monoterpenlerden karvakrol, timol ve öjenol antimikrobiyal ve antioksidan özellikleri nedeniyle en sık bilinenlerdir (Bibow & Oleszek, 2024). Uçucu yağların sentetik katkı maddelerine göre en büyük avantajı, doğal kökenleri ve sentetik katkı maddelerine kıyasla az veya hiç yan etkilerinin olmamasıdır (Zubair et al., 2022). En yaygın, uçucu yağ içeren bitkiler ve başlıca aktif bileşikleri Tablo 1'de verilmiştir (Bibow & Oleszek, 2024; Chacha et al., 2022; de Sousa et al., 2023).

Tablo 1. Antioksidan ve antimikrobiyal özellikteki bazı bitkiler ve aktif bileşenleri

Görsel				
Bitki	Adaçayı (*Salvia officinalis* L.)	Biberiye (*Rosmarinus officinalis*)	Çörek otu (*Nigella sativa*)	Defne ağacı (*Laurus nobilis*)
Aktif bileşik	Kafur, tujone	Limonene, sineol, kampen	*p*-simen, γ- terpinen, timokinon, β -pinen	1,8-sineol
Görsel				
Bitki	Fesleğen (*Ocimum basilicum* L.)	Karanfil (*Syzygium aromaticum*)	Kekik (*Thymus vulgaris* L.)	Lavanta (*Lavendula officinalis*)
Aktif bileşik	Öjenol, mirsen, 1,8-sineol	Öjenol, β -karyofilen, α -humulen	Karvakol, timol, linalool, p -simen	Geraniol, linalool
Görsel				
Bitki	Sarımsak (*Allium sativum* L.)	Tarçın (*Cinnamomum zeylanicum*)	Zencefil (*Zingiber officinale*)	Zerdeçal (*Curcuma longa*)
Aktif bileşik	Karvon, karvakol, p-simen	Öjenol, sinnamaldehit	Sitral, gingerol, zingeron	1,8-sineol

Uçucu yağlar, mikrobiyal tehditlere karşı ambalaj materyallerinin koruyucu etkisini sinerjik olarak artırmakta ve bu nedenle aktif ambalajlama sistemlerinde önemli bir rol oynamaktadır (Tomić et al., 2023). Ambalajlı gıdanın raf ömrünü uzatması ve gıda güvenliğini sağlaması bakımından, uçucu yağların aktif gıda ambalajlarına entegre edilmesi gelecek vaat eden bir

ambalajlama biçimidir (Zubair et al., 2022).

3. UÇUCU YAĞ YÜKLÜ BİYOPOLİMER AMBALAJLARIN ÖZELLİKLER

Sentetik polimerlerin gıda ambalajlarında yaygın kullanımına rağmen, bu malzemelerin çevresel etkileri ve potansiyel sağlık riskleri biyolojik olarak parçalanabilir ambalaj alternatiflerine olan ilgiyi artırmıştır. Bu bağlamda biyopolimer bazlı ambalajlar, çevre dostu olmaları ve gıda güvenliğini destekleyici özellikleri nedeniyle öne çıkmaktadır. Biyopolimer bazlı aktif ambalaj sistemleri antimikrobiyal ve antioksidan bileşiklerin ambalaj materyalinden gıdaya kontrollü bir şekilde salınımını mümkün kılmaktadır (Aminzare et al., 2024). Aktif bileşikler, bu özelliklerin yanı sıra ambalaj malzemelerine (polimerler veya biyopolimerler) dahil edildiklerinde, gerekli olan mekanik, optik ve bariyer özellikleri iyileştirerek ambalaj malzemesinin teknofonksiyonel özelliklerini de geliştirmektedir (Chacha et al., 2022).

Farklı protein ve polisakkaritler (jelatin, zein, soya ve süt proteinleri, kitosan, aljinat, pektin, pullulan, nişasta, selüloz, gellan sakızı ve maltodekstrin) ile biyolojik olarak parçalanabilen polilaktik asit (PLA) ve polihidroksialkanoatlar (PHA'lar), antimikrobiyal ajan olarak kullanılan uçucu yağların enkapsülasyonu amacıyla aktif ambalajlama sistemlerinde başarıyla kullanılmaktadır (Stoica et al., 2024; Tomić et al., 2023).

Çoğu uçucu yağ, polar olmayan hidrofobik bileşenlerin varlığı sebebiyle ambalaj materyalinin su geçirgenliğini azaltmaktadır. Bazı uçucu yağlar ise, ambalaj malzemelerinin suda çözünürlüğünü artırmakta ve gıda ambalajları için suda çözünebilen plastik torbalar ve/veya poşetler üretilmesini yardımcı olmaktadır (Zubair et al., 2022). Ayrıca, uçucu yağların filmlerin Young modülünü, çekme dayanımını ve kopma uzamasını etkilediği ve aktif gıda ambalaj malzemelerinin termal ve mekanik stabilitesini artırdığı bildirilmiştir (Bhatia et al., 2024). Woranuch and Yoksan (2013), antioksidan olarak öjenol yüklü kitosan nanopartiküllerinin, biyobazlı plastiklerde antioksidan aktivite sağladığını ve su buharı bariyer özelliğini iyileştirdiğini gözlemlemiştir.

Nanoenkapsülasyon, özellikle biyoaktif bileşiklerin nano ölçekte korunmasını sağlayan alternatif bir teknolojidir. Uçucu yağların nanoenkapsülasyonu uygulanabilir ve etkili bir yaklaşım olup; biyoyararlanımın ve çözünürlüğün artırılması, kimyasal ve termal kararlılığın iyileştirilmesi, uçuculuğun azaltılması ve yağlarda bulunan antioksidan bileşiklerin dağıtım sistemlerinin geliştirilmesi gibi uygulamada karşılaşılan çeşitli zorlukların aşılmasına katkı sağlamaktadır. Nitekim nanoenkapsüle edilmiş uçucu yağların, lipid oksidasyonu ve mikrobiyal gelişimi kontrol ederk et ve et ürünlerinin raf ömrünü uzattığı birçok çalışmada rapor edilmiştir (Oliveira et al., 2025).

4. ET VE ET ÜRÜNLERİ ÜZERİNE ETKİLERİ

4.1. Mikrobiyal Kalite ve Raf Ömrü

Et ve et ürünleri, diğer gıda ürünleriyle karşılaştırıldıklarında zengin besin içeriği, orta düzey pH ve yüksek ne içeriği nedeniyle çok çabuk bozulabilen gıdalar arasında yer almaktadır. Bu durum özellikle mikrobiyolojik gelişimi, enzimatik otolizi ve oksidasyonu teşvik etmektedir (Chacha et al., 2022). Bu nedenle, et ve et ürünlerinde aktif ambalajlamanın en önemli kavramlarından biri antimikrobiyal ambalajlama olup, tüketiciye güvenli ve sağlıklı et sunmak için bakteriyel çoğalmayı en aza indirmeye özen gösterilmelidir (Fang et al., 2017).

Aktif biyolojik olarak parçalanabilir nişasta bazlı ambalajlara kekik, karanfil ve biberiye uçucu yağlarının eklenmesi, sığır etlerinde mikrobiyal gelişmeyi azaltmış ve soğutulmuş koşullarda 15 gün boyunca saklanan etin kalitesini koruyarak oksidasyona karşı etkili olmuştur (Cestari et al., 2021). Bir başka çalışmada, biberiye esansiyel yağının özellikle yüksek oksijen koşullarında paketlenmiş sığır etlerinde psikrofilik, *Brochothrix thermosphacta*, Enterobacteriaceae ve Pseudomonas spp. bakterilerinin sayısı önemli ölçüde azalttığı ve etin raf ömrünü 15 güne kadar uzattığı bildirilmiştir (Sirocchi et al., 2017). Çalışmalar, çoğu uçucu yağın *E. coli, Listeria monocytogenes, Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, Salmonella typhimurium, Yersinia enterocolitica* ve *Proteus vulgaris*'e karşı belirli bir düzeyde inhibisyon veya antibakteriyel aktivite gösterdiğini ortaya koymuştur (Chacha et al., 2022).

Uçucu yağ yüklü biyopolimer filmler, uygun koşullar altında sığır eti, kuzu eti ve kümes hayvanları etlerinin mikrobiyal gelişimini, lipid oksidasyonunu ve renk bozulmalarını sürekli olarak azaltmış ve raf ömrünü 5-6 günden 12-15 güne veya daha fazlasına uzatmıştır (Alizadeh-Sani et al., 2020; Cestari et al., 2021; Chacha et al., 2022). Alizadeh-Sani et al. (2020), uçucu yağ damlacıkları (%2 biberiye yağı) ve TiO2 nanopartikülleri içeren biyopolimer bazlı ambalaj malzemesinin mikrobiyal bozulmayı, lipid oksidasyonunu ve lipolizi azaltmada oldukça etkili olduğunu ve soğutulmuş depolama sırasında kuzu etinin raf ömrünü iki kattan daha fazla uzattığını gözlemledi.

4.2. Lipid ve Protein Oksidasyonu Üzerine Etkiler

Et ve et ürünlerinin kalite parametrelerini ve dolayısıyla tüketici kabul edilebilirliğini olumsuz yönde etkileyen ve mikrobiyolojik olmayan en yaygın etken lipid oksidasyonudur (Chacha et al., 2022). Bu kademeli süreç, farklı faktörler tarafından etkilenen karmaşık bir dizi reaksiyon içerir ve ürünün duyusal özelliklerini, besin değerini ve raf ömrünü olumsuz etkileyen acılaşma ve buna bağlı istenmeyen tat ve kokulara neden olur. Hayvansal kaynaklı gıdalar, yüksek lipid içeriği ve yağ asidi profili nedeniyle oksidasyona oldukça yatkındır. Bu

nedenle, son zamanlarda araştırmacılar, oksidasyonu etkili bir şekilde geciktirebilen çok çeşitli biyopolimerler ve biyoaktif bileşenleri kullanan biyoaktif film ve kaplamalara yönelmiştir (Bhat et al., 2024).

Et ve et ürünleri, lipit ve protein oksidasyonu, endojen enzimlerin etkisi ve mikroorganizmaların metabolik aktiviteleri gibi biyolojik reaksiyonlar nedeniyle bozulmakta ve dolayısıyla raf ömrü kısalmaktadır. Biyoaktif bileşiklerden oluşturulan yenilebilir kaplamalar, minimum düzeyde işlenmiş gıdaların yüzeyine aktif bileşiklerin etkili bir şekilde eklenmesini sağlar (Keykhosravy et al., 2022). Uçucu yağlar; temel metabolik enzimleri inhibe eder ve lipid oksidasyonunu başlatan serbest radikalleri temizler ve depolama sırasında aroma stabilitesini iyileştirerek antioksidan kapasite gösterir (Afidah et al., 2025). Farklı uçucu yağ kombinasyonlarını içeren biyobazlı filmlerin, et ürünlerinde serbest radikal oluşumunu engelleyerek lipid oksidasyon ürünlerinin (özellikle aldehit ve ketonların) oluşumunu azalttığı bildirilmektedir. Benzer şekilde, antioksidan aktiviteleri yüksek uçucu yağ bileşenleri, protein karbonil oluşumunu sınırlandırarak et proteinlerinin oksidatif hasara karşı korunmasına katkı sağlamaktadır (Afidah et al., 2025).

Biberiye ve karanfil uçucu yağlarının, depolama süresi boyunca pişmiş bir et ürünü olan kavurmanın TBARS ve peroksit değerlerini anlamlı derecede düşürerek lipid oksidasyonunu geciktirdiği bildirilmiştir (Harmankaya et al., 2024). Yine, biberiye uçucu yağı soğutulmuş sığır etinde antioksidan etki göstermiş ve heksanal üretimini sınırlamıştır. Bu durum, esas olarak α- ve β-pinen gibi çeşitli terpenlerin varlığıyla ilişkilendirilmiş ve etin raf raf ömrü 15 güne kadar uzamıştır (Sirocchi et al., 2017). Zataria ve boynuzlu kimyon uçucu yağlarının hindi eti filetosundaki lipit ve protein oksidasyonunu azalttığı ve kimyasal bozulmalarını geciktirmek için etkili bir strateji olduğu ileri sürülmüştür (Keykhosravy et al., 2022).

Navikaite-Snipaitiene et al. (2018), karanfil esansiyel yağı ve öjenol içeren selüloz asetat (CA) ve modifiye edilmiş nişasta (AC/S) kaplamaları tasarlamış ve taze sığır eti üzerindeki antioksidan etkisini incelemiştir. Yapılan çalışmada, taze sığır etinin lipid oksidasyonu inhibisyonundan, ambalaj ortamına salınan öjenol ile ambalajda ve gıdada buhar fazı serbest radikallerinin temizlenmesinin sorumlu olduğu öne sürülmüştür (Navikaite-Snipaitiene et al., 2018).

SONUÇ

Bu derlemede ele alınan çalışmalar, biyopolimer bazlı aktif ambalaj sistemlerinin, özellikle uçucu yağlar gibi doğal biyoaktif bileşenlerle zenginleştirildiğinde, et ve et ürünlerinin raf ömrünün uzatılması ve kalite kayıplarının azaltılması açısından önemli bir potansiyele sahip

olduğunu ortaya koymaktadır. Petrol bazlı polimerlere alternatif olarak geliştirilen biyopolimer matrisler; biyolojik olarak parçalanabilirlik, yenilenebilirlik ve biyouyumluluk gibi sürdürülebilir özellikleriyle çevresel yükün azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Uçucu yağların aktif film ve kaplamalara entegrasyonu, antimikrobiyal ve antioksidan etkinin kontrollü bir şekilde sağlanmasına olanak tanıyarak lipid ve protein oksidasyonunun yavaşlatılmasında etkili bir strateji sunmaktadır. Bununla birlikte, uçucu yağ ilavesinin biyopolimer filmlerin fiziksel, mekanik ve bariyer özelliklerini matrise ve kullanılan konsantrasyona bağlı olarak olumlu ya da olumsuz yönde etkileyebildiği görülmektedir. Bu durum, hedef gıda matrisi ve depolama koşulları dikkate alınarak uygun biyopolimer–uçucu yağ kombinasyonlarının optimize edilmesinin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, uçucu yağ içeren biyopolimer bazlı aktif ambalaj sistemleri; gıda güvenliğinin artırılması, sentetik katkı maddelerine olan ihtiyacın azaltılması ve gıda israfının önlenmesi açısından et endüstrisi için umut vadeden yenilikçi bir yaklaşım sunmaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmaların, endüstriyel ölçeklenebilirlik, duyusal etkiler, salınım kinetikleri ve mevzuat uyumu üzerine odaklanması, bu sistemlerin ticari uygulamalara aktarılmasını hızlandıracaktır.

KAYNAKLAR

Afidah, U., Wardhani, R., Dewi, S., & Purwitasari, L. (2025). Mechanisms and Applications of Essential Oils as Natural Preservatives in Meat Products: A Review [antimicrobial action; antioxidant activity; meat products; natural essential oils; preservation]. *2025*, *12*(2), 11. https://doi.org/10.17728/jaft.29970

Alizadeh-Sani, M., Mohammadian, E., & McClements, D. J. (2020). Eco-friendly active packaging consisting of nanostructured biopolymer matrix reinforced with TiO2 and essential oil: Application for preservation of refrigerated meat. *Food Chemistry*, *322*, 126782. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126782

Aminzare, M., Soltan Ahmadi, S., Azar, H. H., Nikfarjam, N., Roohinejad, S., Greiner, R., & Tahergorabi, R. (2024). Characteristics, antimicrobial capacity, and antioxidant potential of electrospun zein/polyvinyl alcohol nanofibers containing thymoquinone and electrosprayed resveratrol nanoparticles. *Food Science & Nutrition*, *12*(2), 1023-1034. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/fsn3.3816

Angane, M., Swift, S., Huang, K., Butts, C. A., & Quek, S. Y. (2022). Essential Oils and Their Major Components: An Updated Review on Antimicrobial Activities, Mechanism of Action and Their Potential Application in the Food Industry. *Foods*, *11*(3), 464. https://www.mdpi.com/2304-8158/11/3/464

Bhat, Z. F., Bhat, H. F., Manzoor, M., Abdi, G., Aadil, R. M., Hassoun, A., & Aït-Kaddour, A. (2024). Enhancing the lipid stability of foods of animal origin using edible packaging systems. *Food Chemistry: X*, *21*, 101185. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.101185

Bhatia, S., Abbas Shah, Y., Al-Harrasi, A., Jawad, M., Koca, E., & Aydemir, L. Y. (2024). Enhancing Tensile Strength, Thermal Stability, and Antioxidant Characteristics of Transparent Kappa Carrageenan Films Using Grapefruit Essential Oil for Food Packaging Applications. *ACS Omega*, *9*(8), 9003-9012. https://doi.org/10.1021/acsomega.3c07366

Bibow, A., & Oleszek, W. (2024). Essential Oils as Potential Natural Antioxidants, Antimicrobial, and Antifungal Agents in Active Food Packaging. *Antibiotics (Basel)*, *13*(12).

https://doi.org/10.3390/antibiotics13121168
Cestari, L. A., da Silva Scapim, M. R., Madrona, G. S., Yamashita, F., Biondo, P. B. F., Carvalho, V. M., Bonin, E., & do Prado, I. N. (2021). Production, antioxidant characterization and application of active starch-based films containing essential oils for beef packaging. *Research, Society and Development*, *10*(8), e4310816903-e4310816903.
Chacha, J. S., Ofoedu, C. E., & Xiao, K. (2022). Essential oil-based active polymer-based packaging system: A review of its effect on the antimicrobial, antioxidant, and sensory properties of beef and chicken meat. *Journal of Food Processing and Preservation*, *46*(11), e16933. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jfpp.16933
Commission, E. (2009). Commission Regulation (EC) No 450/2009 of 29 May 2009 on active and intelligent materials and articles intended to come into contact with food. *Off. J. Eur. Union*, *135*, 3-11.
de Sousa, D. P., Damasceno, R. O. S., Amorati, R., Elshabrawy, H. A., de Castro, R. D., Bezerra, D. P., Nunes, V. R. V., Gomes, R. C., & Lima, T. C. (2023). Essential Oils: Chemistry and Pharmacological Activities. *Biomolecules*, *13*(7). https://doi.org/10.3390/biom13071144
Fang, Z., Zhao, Y., Warner, R. D., & Johnson, S. K. (2017). Active and intelligent packaging in meat industry. *Trends in Food Science & Technology*, *61*, 60-71. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.01.002
Harmankaya, S., Harmankaya, A., İşbarali, K., & Paksoy, İ. Ö. (2024). Effect of rosemary and clove essential oils on lipid oxidation, microbial, sensorial properties and storage stability of kavurma, a cooked meat product [journal article]. *Czech Journal of Food Sciences*, *42*(4), 251-262. https://cjfs.agriculturejournals.cz/artkey/cjf-202404-0005.php
http://dx.doi.org/10.17221/56/2024-CJFS
Keykhosravy, K., Khanzadi, S., Hashemi, M., & Azizzadeh, M. (2022). Protective effect of chitosan-loaded nanoemulsion containing Zataria multiflora Boiss and Bunium persicum Boiss essential oils as coating on lipid and protein oxidation in chill stored turkey breast fillets. *J Food Sci*, *87*(1), 251-265. https://doi.org/10.1111/1750-3841.16011
Moura-Alves, M., Esteves, A., Ciríaco, M., Silva, J. A., & Saraiva, C. (2023). Antimicrobial and Antioxidant Edible Films and Coatings in the Shelf-Life Improvement of Chicken Meat. *Foods*, *12*(12), 2308. https://www.mdpi.com/2304-8158/12/12/2308
Navikaite-Snipaitiene, V., Ivanauskas, L., Jakstas, V., Rüegg, N., Rutkaite, R., Wolfram, E., & Yildirim, S. (2018). Development of antioxidant food packaging materials containing eugenol for extending display life of fresh beef. *Meat Science*, *145*, 9-15. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.05.015
Oliveira, T. S., Almeida, R. C. d. C., Silva, V. d. L., Ribeiro, C. V. D. M., Bezerra, L. R., & Ferreira Ribeiro, C. D. (2025). Enhancing Beef Hamburger Quality: A Comprehensive Review of Quality Parameters, Preservatives, and Nanoencapsulation Technologies of Essential and Edible Oils. *Foods*, *14*(2), 147. https://www.mdpi.com/2304-8158/14/2/147
Pinheiro Bruni, G., dos Santos Acunha, T., de Oliveira, J. P., Martins Fonseca, L., Tavares da Silva, F., Martins Guimarães, V., & da Rosa Zavareze, E. (2020). Electrospun protein fibers loaded with yerba mate extract for bioactive release in food packaging. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *100*(8), 3341-3350. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/jsfa.10366
Sirocchi, V., Devlieghere, F., Peelman, N., Sagratini, G., Maggi, F., Vittori, S., & Ragaert, P. (2017). Effect of Rosmarinus officinalis L. essential oil combined with different packaging conditions to extend the shelf life of refrigerated beef meat. *Food Chemistry*, *221*, 1069-1076. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.054
Stoica, M., Bichescu, C. I., Crețu, C.-M., Dragomir, M., Ivan, A. S., Podaru, G. M., Stoica, D., & Stuparu-Crețu, M. (2024). Review of Bio-Based Biodegradable Polymers: Smart Solutions for Sustainable Food Packaging. *Foods*, *13*(19), 3027. https://www.mdpi.com/2304-8158/13/19/3027
Teixeira, B., Marques, A., Ramos, C., Neng, N. R., Nogueira, J. M. F., Saraiva, J. A., & Nunes, M. L. (2013). Chemical composition and antibacterial and antioxidant properties of commercial essential oils. *Industrial Crops and Products*, *43*, 587-595. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.07.069

Tomić, A., Šovljanski, O., & Erceg, T. (2023). Insight on Incorporation of Essential Oils as Antimicrobial Substances in Biopolymer-Based Active Packaging. *Antibiotics*, *12*(9), 1473. https://www.mdpi.com/2079-6382/12/9/1473
Woranuch, S., & Yoksan, R. (2013). Eugenol-loaded chitosan nanoparticles: II. Application in bio-based plastics for active packaging. *Carbohydrate Polymers*, *96*(2), 586-592. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.09.099
Zubair, M., Shahzad, S., Hussain, A., Pradhan, R. A., Arshad, M., & Ullah, A. (2022). Current Trends in the Utilization of Essential Oils for Polysaccharide- and Protein-Derived Food Packaging Materials. *Polymers*, *14*(6), 1146. https://www.mdpi.com/2073-4360/14/6/1146

PELEMİR (*Cephalaria syriaca L.*) BİTKİSİNİN BESİN İÇERİĞİ

Diyanet TEKİN
Yüksek Lisans Öğrencisi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Gıda Teknolojisi Bölümü, Kadirli 80750 Osmaniye, Turkey.
ORCID ID: 0009-0001-2396-6671
Fatma HEPSAĞ
Doç. Dr. Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadirli Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Gıda Teknolojisi Bölümü, Kadirli 80750 Osmaniye, Turkey.
ORCID ID: 0000-0002-3688-4106

ÖZET

Günümüzde insanlar farklı sağlık problemleri nedeniyle yapay katkı maddeleri içeren gıdalar yerine, doğal katkı maddeleri kullanılan ürünleri daha fazla tercih etmeye başlamışlardır. Pelemir (*Cephalaria syriaca L.*), Dipsacaceae familyasında yer alan, daha çok buğday tarlalarında doğal olarak yetişen ve Anadolu'da yaygın olarak görülen tek yıllık bir yabani ottur. Soğuğa oldukça dayanıklı, yetişmesi için özel koşul/iklim gerektirmeyen bir bitkidir. Güney Anadolu ve bazı yörelerde "Açımık" olarak bilinmektedir. Pelemir tohumu yaklaşık %22-28 yağ ve %14-21 protein içermektedir. Tohumlarından elde edilen un ülkemizde özellikle ekmek yapımı için düşük kaliteye sahip buğdaylardan elde edilen hamuru kuvvetlendirmek, bayatlamasını geciktirmek amacıyla geleneksel olarak kullanılan doğal bir katkı maddesidir. Tohum verimi ekim zamanlarından önemli düzeyde etkilendiği görülmüştür. Pelemir tohumları linoleik asit ve miristik asit içeriği yönünden daha yüksek içeriğe sahiptir. Pelemir bitkisinin yağında bulunan %7-8 dolayındaki epoksi asit bu bitkinin yemeklik olarak kullanılmasını engellediği için yemeklik yağ olarak değil ama sanayide epoksitlenmiş yağ olarak kullanılabilmektedir. Pelemir Yağından elde edilen biyodizel yakıt özelliklerinin standartlara uygun olması gelecekte pelemir bitkisinin öneminin artacağını ve alternatif yenilenebilir çevre dostu enerji kaynağı olabileceğini göstermektedir. Ülkemizde bugüne kadar sadece 2 adet tescilli pelemir çeşidi geliştirilmiştir.

Anahtar kelimeler : Pelemir tohumu, *Cephalaria syriaca*, besin içeriği, gıda sektörü, yağ oranı, tohum verimi.

ABSTRACT

Nowadays, people have started to prefer natural additives instead of foods containing artificial additives due to different health problems. Pelemir (Cephalaria syriaca L.) is an annual weed found in the family Dipsacaceae, Which grows mostly in wheat fields and is common in Anatolia. It's a plant that's quite cold-resistant and doesn't require special conditions or climates to grow. It's known as "Açımık" in Southern Anatolia and some other regions. Pelemir

seed contains approximately 22-28% oil and 14-21% protein. The flour obtained from its seeds is a natural additive traditionally used in our country to strengthen dough made from low-quality wheat, especially for breadmaking, and to delay staling. Seed yields have been shown to be significantly affected by planting times. Pelemir seeds have higher linoleic and myristic acid contents. Because the approximately 7-8% epoxy acid found in the Pelemir plant's oil prevents its use as a culinary product, it is used industrially as an epoxidized oil, not as a cooking oil. The fact that biodiesel fuel properties obtained from Pelemir oil meet standards indicates that the Pelemir plant will gain importance in the future and that it can be an alternative, renewable, environmentally friendly energy source. Only two registered Pelemir varieties have been developed in Turkey to date.

Keywords: Pelemir seed, *Cephalaria syriaca*, nutritional content, food industry, oil content, seed yield.

GİRİŞ

Beslenme, insanın hayatını devam ettirebilmesi için en temel ihtiyaçlarından birisidir. Geçmiş yıllarla kıyasladığımızda beslenme alışkanlıklarımızın neredeyse tamamen değiştiğini söyleyebiliriz. Tüketici Bilinç düzeyinin artmasına bağlı olarak sağlıklı gıda tüketme isteği ve çevrenin korunması konusundaki hassasiyet, organik gıdaya olan ilginin artmasının başlıca nedenleri olarak gösterilebilir. Bu nedenle tüketiciler, daha doğal ürünleri tercih ederken, içerisinde yapay katkı maddesi bulunduran ürünlerden kaçınmaktadırlar (Karahan ve ark., 2019). Bitkilerin insan hastalıklarının önlenmesi ve tedavisinde kullanımı eski çağlara kadar uzanmaktadır (Atalan ve ark.,2020). Son zamanlarda, yüksek besin değerine, endüstriyel ve farmasötik öneme sahip bitki tohumları da dahil olmak üzere farklı yenilebilir yağlara olan ilgi artmıştır (Kavak ve ark., 2020). İnsan beslenmesi için önemli olan tüketilebilir bitkisel yağlı tohumlar, bu kaynaklar arasındadır. *Cephalaria syriaca L*. tohumları, dünya genelinde yaygın olarak bulunur ve alternatif bir bitkisel yağlı tohum kaynağı olabilir ve Dipsacaceae familyasına aittir (Duman, 2023). Çeşitli tahıl tohumları veya kinoa, amarant, tef gibi antik tahıllar veya farklı bir tür olarak da pelemir (Cephalaria syriaca) tohumu gösterilebilir (Karahan ve ark., 2019). Avrupa, Doğu Asya, Doğu Akdeniz, Kuzey ve Orta Afrika'da yaygın olan yaklaşık 93 türü içerir. Cephalaria türleri Türkiye'de yaygın olarak bulunur ve bunlardan 23'ü endemik bitkidir. Günümüzde Türkiye'de toplam 35 Cephalaria türü bulunmaktadır (Ada ve ark., 2015). *Cephalaria syriaca L*. Türkçe adıyla pelemir, kurak bölgelerde diğer yağlı tohumlu bitkilere alternatif olarak yetiştirilen bitkilerden biridir (Ada ve ark., 2015). Pelemir, yüksek polifenol içeriğine sahip ve fonksiyonel gıda bileşeni olarak potansiyeli giderek artan, acı tada sahip eski

bir baklagildir (Selçuk ve ark., 2025). Pelemir, Dipsacaceae familyasına ait yerli bir çiçekli bitki olup, Anadolu'da geleneksel olarak hamurun reolojisini iyileştirmek ve ekmeğin raf ömrünü uzatmak için kullanılmıştır (Selçuk ve ark., 2025). Pelemir, ülkemizde yaygın bir şekilde doğal olarak yetişen, nispeten soğuğa ve kuraklığa dayanıklı, toprak derinliği fazla olmayan eğimli ve erozyona maruz olan marjinal alanlarda bile yetiştirilebilen alternatif bir yağ bitkisidir. Pelemir tohumu yaklaşık %22-28 yağ ve %14-21 protein içermektedir(Şenkal ve Uskutoğlu, 2022). Tohumlarından elde edilen un ülkemizde özellikle ekmek yapımı için düşük kaliteye sahip buğdaylardan elde edilen hamuru kuvvetlendirmek, bayatlamasını geciktirmek amacıyla geleneksel olarak kullanılan doğal bir katkı maddesidir (Yılmaz ve ark., 2021).Yağ asit bileşenleri ise; %36.9 linoleik asit, %23.0 oleik asit, %19.5 miristik asit, %9.4 palmitik asit, %2.0 stearik asit ve %1.5 laurik asittir (Önder, 2021). Pelemir bitkisinin tohum yağının bitkisel yağ teknolojisi ve besin değeri açısından değerlendirilmesinde, ham ve rafine pelemir yağının bileşimine ilişkin detaylı bir çalışmanın yapılmadığını ve yapılan çalışmaların genellikle ham yağın özelliklerine ve yağ asidi bileşimine odaklandığını tespit edilmiş (Duman, 2023). Önemli bir yağ verici bitki olan Cephalaria syriaca, buğday tarlalarında yetişen yabani otlar olarak kabul edilmesine rağmen, Türkiye ve diğer ülkelerde kısmen evcilleştirilmiştir. Günümüzde, daha geniş jeolojik ve biyoklimatik habitatlara uyum sağlaması, doğası gereği kırsal olması, insan tarafından evcilleştirilmesi ve zengin fitokimyasal bileşiklerin kalıtımı nedeniyle Cephalaria, evrimsel biyoloji ve genetik alanlarında çalışan çeşitli bilim insanları için önemli bir bitki materyali olmuştur (Sultana ve ark., 2017).

PELEMİR (*Cephalaria Syriaca L.*)

Taksonomik sınıflandırma ve bitki özellikleri

Takım: Dipsacales

Aile: Caprifoliaceae

Cins: Cephalaria

Tür: Cephalaria syriaca L.

Cephalaria syriaca L. Dipsacaceae familyasına ait yaklaşık 65 tür çiçekli bitkiden oluşan bir bitki cinsidir (Ali ve ark., 2012). Pelemir, yıllık bir bitkidir ve 1 metreye kadar uzayabilir. Dik duran bitkinin gövdesi, dalları ve yaprakları tüylüdür (Şenkal ve ark., 2022). Dikey olarak büyüyen sağlam gövdeleri ve sığ kökleri (60-120 cm) vardır. Gövdeleri ve yaprakları 4-5 mm uzunluğunda tüylerle kaplıdır (Rahimi ve ark., 2021). Dallanan bir bitkidir. Koyu yeşil

yapraklarının kenarları dişlidir. Bitkinin çiçekleri ana gövdenin ve dalların uçlarında bulunur. Çoğunlukla kurak ve yamaç bölgelerinde bulunur. Pelemir, soğuğa oldukça dayanıklıdır bu özelliği nedeniyle, erozyona maruz kalan marjinal alanlarda ve düşük toprak derinliğine sahip eğimli arazilerde sonbaharda ekim yapılarak tatmin edici verimle yetiştirilebilen önemli bir yağlı tohum bitkisi adayıdır. Bitkiler genellikle Temmuz ayında hasat olgunluğuna (100-150 günde) ulaşır (Şenkal ve ark., 2022). Çiçekler mor veya pembe renktedir. Türkçede pelemir olarak bilinen Cephalaria syriaca L. ağırlıklı olarak Türkiye'nin güneydoğu bölgesinde tahıl tarlalarında yabancı ot olarak bulunur (Kavak ve ark., 2020). Türkiye'nin yanı sıra güney Fransa ve güney İspanya gibi diğer Avrupa bölgelerinde ve kuzey Afrika'da yaygın olarak bulunur(Rahimi ve ark., 2019).



Resim: Kışın ekilen pelemir bitkisinin ortaya çıkışı, bitkinin çiçeği, çiçeklenme döneminde deney alanı (Şenkal ve Uskutoğlu, 2022).

Kullanım Alanları

Pelemir yağına "bezir yağı" denir ve Türkiye'de da üretilir. Bu yağ, sabun, boya, deri ve tekstil üretiminde kullanılır. Ayrıca, yağ çıkarıldıktan sonra posasıyla hayvan beslenmesinde kullanılabilen konsantre bir yem kaynağıdır (Şenkal ve Uskutoğlu, 2022)

Türde triterpenler, flavonoidler, glikozitler ve alkaloidler gibi çeşitli biyoaktif bileşikler bulunmuştur; bu da onu ilaç endüstrilerinde yaygın olarak kullanılmaya uygun hale getirmektedir (Rahimi ve ark., 2021). Tıp, tarım ve veteriner hekimliğinde de kullanılmaktadır. Ayrıca Cephalaria, geleneksel tıpta örneğin kalp ve akciğer hastalıkları, romatizma tedavisi ve adet döngüsünün düzenlenmesinde de kullanılmaktadır (Chrząszcz ve ark., 2021). Cephalaria türleri, Avrupa, batı ve orta Asya ile Afrika'da hipotermik, hafifletici, yatıştırıcı ve antiinflamatuar gibi tedavi amaçlı kullanılmaktadır (Ergene ve ark., 2023). Birçok Cephalaria türü, dünyanın çeşitli yerlerinde geleneksel olarak farklı amaçlarla da kullanılmaktadır (Sultana ve ark., 2017).

İklim ve toprak gereksinimi

Pelemir, soğuğa ve kuraklığa dayanıklı bir bitkidir. Sıcağı sever. Güneşli yerlerde iyi yetişir. Verim, taban arazide artar. Çoğunlukla kurak ve yamaç bölgelerinde bulunur. Kil ve tınlı topraklarda daha fazla dallanma ve gelişme gösterir. İklim ve toprak gereksinimleri açısından çok seçici değildir (Şenkal ve Uskutoğlu, 2022).

Pelemir bitkisinin antioksidan ve biyoaktif içeriği

Gıda endüstrisinde kullanılabilecek doğal antimikrobiyal ürünler üzerine araştırmalar da artmaktadır. Sağlıklı beslenme açısından bitkilerin en önemli özelliklerinden biri, aktif antioksidanlar arasında en üst sıralarda yer alan polifenolik bileşiklerin de bulunduğu antioksidan kapasitesidir (Azab, 2018). Pelemir türleri, insan beslenmesi için iyi bir antioksidan kaynağıdır (Ada ve ark., 2015). Ayrıca, tohumlarından elde edilen sabit yağın antioksidan özellikleri içerir (Ergene ve ark., 2023). Dipsacaceae familyasına ait Cephalaria cinsi üzerinde yapılan fitokimyasal çalışmalar, iridoidler, flavonoidler, triterpenler, alkaloidler ve lignanlar gibi çeşitli bileşiklerin yüzyıllardır geleneksel tıpta kullanıldığını göstermektedir. Bu bileşiklerin çoğu antimikrobiyal, antifungal, antioksidan ve sitotoksik aktivite göstermektedir (Atalan ve ark., 2020). Son fitokimyasal çalışmalar, bu cinsi son derece zengin kimyasal kaynaklarla desteklemektedir; bunlar arasında yeni fenolik, flavonoid, iridoid ve triterpen tipi glikozitler ile birlikte biyolojik olarak aktif glikozitler ve yağ asitleri bulunmaktadır (Sultana ve ark., 2017).

PELEMİR TOHUMUNUN BİLEŞİMİ, ÖZELLİKLERİ VE GIDALARDA KULLANIMI

Türkiye, yağlı tohum üretimindeki dalgalanmalar nedeniyle uzun yıllardır tekrarlayan bir bitkisel yağ kıtlığıyla karşı karşıyadır. Yağ talebini karşılamak için, özellikle kurak bölgelerde yetiştirilen alternatif yağlı tohum bitkilerine ihtiyaç duyulmaktadır. Pelemir, diğer yağlı tohumların yetiştirilemediği kurak bölgelerdeki iklim ve toprak koşulları için iyi bir yağlı tohum bitkisidir (Ada ve ark., 2015). Cephalaria syriaca, buğday tarlalarında yaygın olarak yetiştirilen ve hasat sırasında sıklıkla buğday ürünleriyle karıştırılan yıllık bir yabani bitkidir (Bekiroğlu ve ark., 2023). C. syriaca'nın büyüme şekli buğdaydan farklıdır. Tek bir gövde yaklaşık olarak bir buğday bitkisiyle aynı yüksekliğe ulaştıktan sonra, ana gövdeye dik açılarla dört dal üretir. Meyvesi, boyut ve şekil olarak bir buğday tanesine benzer (Karaoglu, 2012).

Pelemir tohumunun genellikle yağı alındıktan sonra pelemir tohumu unu olarak kullanıldığı bildirilmiştir. Pelemir tohumu yağı, kendine özgü bir kokuya sahip yeşilimsi sarı renktedir ve miristik, palmitik ve stearik gibi doymuş yağ asitleri ile oleik ve linoleik doymamış yağ asitleri

açısından zengin olduğu bildirilmiştir. Genellikle yansızlaştırılmış tohumlardan elde edilen tohum ununa odaklanmıştır (Duman, 2023). Pelemir, geleneksel olarak zayıf unların dayanıklılığını artırmak için kullanılırken, ilavesinin ekmek özelliklerini de iyileştirdiği bilinmektedir. Pelemirin gıdaların özelliklerini iyileştirmek amacıyla katkı maddesi olarak kullanımıyla ilgili araştırmaların tamamı ekmek üretimi ile ilgilidir. Ancak yapısal özelliklerin önemli olduğu bisküvi, kek ve kraker gibi unlu mamullerde, hatta salam, sosis gibi bazı et ürünlerinde de faydalı olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle adı geçen gıdalarda katkı maddesi olarak kullanılma olanakları araştırılmalıdır (Karahan ve ark., 2019). Bununla birlikte, pelemir tohumlarının en önemli dezavantajı, toksik olmayan şeker esterlerinden oluşan glikozitlerin varlığından ve yağın çıkarılmasının nedeni kaynaklanan acılıktır (Karaoglu, 2012). Bu nedenle, buğday ununa daha yüksek miktarlarda pelemir unu eklenmesi, pişmiş ürüne acı bir tat ve koyu bir renk verir (Bekiroğlu ve ark., 2023).

Pelemir bitkisi ile ilgili yapılan bazı çalışmalar

Verlaque (1985), C. Syriaca'da kromozom sayısını ve karyotip yapısını sınırlı bir şekilde incelemiş ve toplam kromozom sayısının 2n=10 olduğunu ve karyotipin asimetrik olduğunu göstermiştir. Gen duplikasyonlarıyla sonuçlanan karyotip yeniden düzenlemelerinin, Dipsacaceae familyasının (Scabiosa, Cephalaria, Knautia ve Succisa) çeşitli cinslerinin ayrışmasından önce meydana geldiği ve ribozomal lokusların genişlemesinden de sorumlu olabileceği hipotezi öne sürülmüştür. Kromozom sayısı, boyut varyasyonu, karyotip hazırlama ve analizi, sitogenetik işaretlerin belirlenmesi, karyotipin grafiksel gösterimi (ideogram oluşturma olarak da adlandırılır), karyotipik parametrelerin tanımlanması; bunların tümü belirli bir türün temel sitolojik karakterizasyonu ile ilgilidir. Bu bağlamda, C. Syriaca'da genomik ve kromozomal bilgiler sınırlıdır (Sultana ve ark., 2017).

Türkiye'den ithal edilen Cephalaria syriaca L. Bitkisi Pakistan'da başarıyla yetiştirilmiştir. Yağ içeriği %23 olarak elde edilmiş, hektar başına tohum verimi 1600 kg olarak belirlenmiştir. Yerel olarak yetiştirilen tohum yağının yağ asidi bileşimi laurik asit (%1,20), miristik asit (%18,10), palmitik asit (%9,40), stearik asit (%2,80), oleik asit (%24,20), linoleik asit (%35,8) ve epoksi oleik asit (%7,30)'dan oluşmaktadır. Bu nedenle tıbbi, tarımsal ve veterinerlik amaçlarla kullanılmaktadır (Ada ve ark., 2015).

Dört Türk Cephalaria türünün (C. Paphlagonica, C. Stellipilis, C. Davisiana ve C. Elazigensis var. Purpurea) toprak üstü kısımlarının n-heksan ekstraktlarının yağ asidi bileşimleri ilk kez GC-MS ile analiz edilmiş olup yağ verimleri %0,07 ile %0,36 arasında belirlenmiştir. On yedi yağ asidi metil ester olarak tanımlanmış, tüm ekstraktların önemli miktarlarda palmitik, linoleik

(LA), stearik ve alfa-linolenik asit (ALA) içerdiği bulunmuştur. ALA, tüm türlerde en bol bulunan yağ asidiydi (sırasıyla C. Stellipilis, C. Elazigensis, C. Davisiana ve C. Paphlagonica için %29,00, %30,51, %32,49 ve %34,87). Diğer baskın yağ asidi, tüm türler için %19,10 ile %28,23 arasında değişen palmitik asitti. LA, C. Paphlagonica'da %19,44 gibi önemli bir miktarda tespit edilmiştir. Bitkilerin n-heksan özütleri ayrıca antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteleri açısından da incelenmiştir (Kırmızıgül ve ark., 2012).

Literatür bilgilerine göre, pelemir bitkisine ait türlerin ait bugüne kadar sadece 29 türü incelenmiştir ve mevcut veriler hala parçalı ve yetersizdir. Şimdiye kadar Cephalaria türlerinde, fenolik asitler ve flavonoidler sınıfına ait sadece 43 bileşik tanımlanmıştır. Araştırılan türlerde bulunan başlıca bileşenler kaempferol, luteolin ve kuersetin ile türevleridir. Fenolik bileşiklerin çoğu eski, çok hassas olmayan yöntemler kullanılarak tespit edilmiştir. Bu nedenle, Cephalaria türlerinin bu bileşiklerin varlığı açısından modern analitik yöntemler kullanılarak yeniden incelenmesi tavsiye edilir. Yaygın bir bitki olan ve her ortamda yetişen pelemirin, endüstriyel alanlara ve ekonomiye katkıda bulunabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, çeşitli antibakteriyel, antifungal, antioksidan ve sitotoksik özellikler üzerine olumlu ve olumsuz sonuçlar veren çalışmalar da mevcuttur. Yeni bir yağlı tohum hammaddesi kaynağı olabilir. Gelecekteki çalışmalarda, miristik asidin toksisitesini azaltmak için tohumlar üzerinde biyoteknolojik çalışmalar yapılması önerilmektedir. Cephalaria'nın farklı popülasyonlarını ve türlerini karakterize etmek ve filogenetik ve evrimsel ilişkilerini belirlemek için bazı çalışmalar yer verilmiştir. C. Syriaca'nın etanolik özütünün (CSE) ekmek yapımında askorbik asiti (AA) alternatif olarak doğal bir un iyileştirici olarak kullanılabileceğini göstermiştir. Ayrıca, Cephalaria syriaca bitkisi kurak koşullara karşı oldukça dirençlidir; bu nedenle özellikle tohum ve yağ verimini artırıcı özellikler üzerinde düşünmek ve araştırmalar yapmak faydalı olacaktır. Buna karşın antimikrobiyal, antifungal, antioksidan etkileri, yapısındaki protein ve liflerin fizikokimyasal özelliklerinden dolayı farklı gıda sektörlerinde de faydalı etkiler yaratabileceği ve pelemirin değişik gıdalarda kullanımıyla ilgili araştırmaların yapılması gerekliliği ortaya koyulmuştur. Küresel ısınmanın sonuçları günümüzde hissedilmeye başlanmıştır. Azalan yağışlar veya düzensiz yağmurlar, daha ılıman kışlar ve kuru yazlar, yaz aylarında tarım arazilerinde sulama ihtiyacını beraberinde getirmektedir. Pelemir kuraklığa ve dona dayanıklıdır. Pelemir yağının insan beslenmesinde kullanılabilmesi için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır. Pelemir bitkisi gelecekte alternatif yağlı tohum bitkileri olma potansiyeline sahiptir.

KAYNAKLAR

Ali, K.A., Sakri, F.Q., & Li, Q.X. (2012). Isolation and purification of allelochemicals from Cephalaria syriaca plant. 90-113.

Kırmızıgül, S., Sarıkahya, N. B., Sümbül, H., Göktürk, R. S., Yavaşoğlu, N. Ü., Pekmez, M., & Arda, N. (2012). Fatty acid profile and biological data of four endemic Cephalaria species grown in Turkey. Records of Natural Products, 6(2), 151-155.

Ergene, B., Karaaslan, M., Ozler, K.I., Yılmaz, S., Sarıaltın, N. A., & Iscan, G. S. (2023). Determination of some phenolics and fatty acid compounds from an endemic Cephalaria species in anatolia along with antioxidant and anti-inflammatory activity. Pak. J. Bot, 55(4), 1419-1427.

Ada, R., & Tamkoc, A. (2015). Some agricultural characteristics of the new Cephalaria syriaca genotypes which developed for arid areas. Selcuk Journal of Agriculture and Food Sciences, 29(1).

Azab, A. (2018). Total phenolic content, antioxidant capacity and antifungal activity of extracts of Carthamus tenuis and Cephalaria joppensis. Eur. Chem. Bull, 7, 156-161.

Karahan, M.A., & Kılınççeker, O. (2019). Pelemir (Cephalaria syriaca) Tohumunun Bazı Özellikleri ve Gıda Sektöründe Kullanımı. In Int. Eng. Sci. Symp (Vol. 1, pp. 20-22).

Yılmaz, A., Yılmaz, H., Arslan, Y., Çiftçi, V., & Baloch, F. (2021). Ülkemizde alternatif yağ bitkilerinin durumu. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi, (22), 93-100.

Önder, E. (2021). Pelemir (Cephalarıa syrıaca) unu katkısının unlu mamullerde protein kompozisyonuna etkisi (Master's thesis, Istanbul Sabahattin Zaim University (Turkey)).

Şenkal, B. C., & Uskutoğlu, (2022).T. Industrial Oilseed Crops for Yozgat Ecological Conditions: Pelemir (Cephalaria syriaca (L.) Schrad) and Camelina (Camelina sativa (L.) Crantz). Bozok Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 1(2), 148-153.

Soyluk Selcukbiricik, O., Calikoglu, F., Idiz, C., Dura, G., Sir, G., Eryigit, O. Y., ... & Satman, I. (2025). Acute Effects of Pelemir-Enriched Bread on Postprandial Glucose and Hormonal Responses in Adults with Obesity, Type 2 Diabetes, and Normal Weight: A Two-Phase Exploratory Study. Nutrients, 17(17), 2819.

Rahimi, A., Siavash Moghaddam, S., Ghiyasi, M., Heydarzadeh, S., Ghazizadeh, K., & Popović-Djordjević, J. (2019). The influence of chemical, organic and biological fertilizers on agrobiological and antioxidant properties of Syrian Cephalaria (Cephalaria syriaca L.). Agriculture, 9(6), 122.

Rahimi, A., Amirnia, R., Siavash Moghaddam, S., El Enshasy, H. A., Hanapi, S. Z., & Sayyed, R. Z. (2021). Effect of different biological and organic fertilizer sources on the quantitative and qualitative traits of Cephalaria syriaca. Horticulturae, 7(10), 397.

Kavak, C., & Baştürk, A. (2020). Antioxidant activity, volatile compounds and fatty acid compositions of Cephalaria syriaca seeds obtained from different regions in Turkey. Grasas y Aceites, 71(4), e379-e379.

Chrząszcz, M., Krzemińska, B., Celiński, R., & Szewczyk, K. (2021). Phenolic composition and antioxidant activity of plants belonging to the Cephalaria (Caprifoliaceae) genus. Plants, 10(5), 952.

Atalan, E., Bulbul, A. S., & Ceylan, Y. (2020). Cephalaria syriaca (L.): Investigation of antimicrobial, antibiofilm, antioxidant potential and seed morphology. Fresenius Environ Bull, 29(5), 3641-3649.

Duman, E. (2023). Changes in the quality parameters of Cephalaria syriaca L. Seed oil after the refining process. Grasas y Aceites, 74(1), e488-e488.

Karaoglu, M. M. (2012). Effect of Cephalaria syriaca addition on rheological properties of composite flour. International Agrophysics, 26(4).

Sultana, N., Tek, A. L., & Serçe, S. (2017). Karyotype analysis of Cephalaria syriaca cv. Karahan, a new cultivar developed from a wild population. In International Symposium on Medicinal Aromatic and Dye plants (pp. 403-410).

Bekiroğlu, H., Akman, P. K., Topçu, Ö., Törnük, F., Memiş, S., Uslu, E. Ş., & Sağdıç, O. (2023). Effect of ethanolic extract of Cephalaria syriaca on dough rheological properties from different wheat flour blends: A comparative study with ascorbic acid. European Food Science and Engineering, 4(1), 26-32.

MUTEZİLE'NİN TIP SAHASINA YÖNELİK DEĞERLENDİRMELERİ

Prof. Dr. Veysi ÜNVERDİ
Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ahmet Keleşoğlu İlahiyat Fakültesi, Kelam ABD Öğretim Üyesi
ORCID ID: 0000-0002-8364-4412

ÖZET

Tıp ilmi insanlık tarihi boyunca insanların üzerinde en fazla kafa yorduğu sahalardan birisi olmuştur. Her dönemde büyük bir rağbet gören tıp, zaman içerisinde büyük bir gelişme kaydetmiştir. İslâm dini de sağlığa büyük bir önem atfetmiş, bu çerçevede Hz. Peygamber de kendisinin ve ashabının sağlığı ile ilgilenerek hastalıklara karşı tedbir alınmasını tavsiye etmiştir. Ayrıca o, hastalandığı zaman tedavi olmuş, bazı maddeleri tedavi amacıyla kullanmış, hastalanan insanların tedavi olmalarını tavsiye etmiş ve oruç gibi bazı ibadetlerin sağlıklı kalmayı sağlayacağını beyan etmiştir. Bu noktada sağlıkla ibadetler arasında müspet bir ilişki kurulduğu görülmektedir. Müslümanlar hasta oldukları vakit tedaviye müracaat etmeyi bir nevi sünnet olarak telakki ettiklerinden, Hz. Peygamber'in vefatından sonra sağlıkla ilgili hadisleri toplamayı kendilerine bir görev addetmişlerdir. Müslümanların hastalıkların tedavisi konusundaki genel kanaati, ölüm haricinde her derdin bir çaresi bulunduğu şeklindedir. Hz. Peygamber'in tabiplerle olan münasebetinin her zaman müspet olması tıp ilmine olan ilgiyi artırdığı gibi bazı Müslümanların da tabip olmasını sağlamıştır Tıp ilmine ilişkin birçok eser kaleme alınmıştır. Başta kelâm ilmi olmak üzere pek çok sahada söz sahibi olan Kâdî Abdülcebbâr (ö. 415/1024) da *Tesbîtü Delâili'n-Nübüvve* adlı eserinde tıp ilmine ve tabiplere yönelik bazı değerlendirmelerde bulunmuştur. Kelâm ilminin kurucusu kabul edilen Mu'tezile mezhebinin son temsilcilerinden olan Kâdî Abdülcebbâr metodolojisi, ele aldığı konular ve hayatını ilme vakfetmesi yönüyle, İslâm düşünce serüveninin kilometre taşları arasında yer alır. Bu sebeple onun tıp sahasına ilişkin görüşlerinin tespit edilip ortaya konması büyük önem arz etmektedir. Bu çerçevede bildiride onun tıp ve tabiplere yönelik değerlendirmeleri ele alınacaktır.

Anahtar Kelimeler: Tıp, Tabip, Tıbb-ı Nebevî, Mutezile

GİRİŞ

Kur'an'a göre insan seçilmiş ve ayrıcalıklı bir varlıktır (Bakara 2/29; Câsiye 45/13). Bu durum onun mükemmel yaratılışından (Tîn 95/1-5), şan ve şeref sahibi kılınmasından (İsrâ 17/70), her şeyin kendi hizmetine verilmesinden ve ilahî emaneti üstlenip halife kılınmasından (Bakara 2/30) anlaşılabilir. İnsan, yeryüzündeki varlığının sebebi olan kulluk/imtihan gereği

davranışlarından sorumlu kılınmıştır. Bu bağlamda insan kendisini tehlikeye atmamakla yükümlü olduğu gibi kendi sıhhatini koruma ile de mükellef kılınmıştır. Diğer bir ifadeyle beden, insana verilen bir emanettir, insan da emanetine sahip çıkmakla yükümlüdür.

Tıp ilmi insanlık tarihi boyunca insanların üzerinde en fazla kafa yorduğu sahalardan birisi olmuştur. Her dönemde büyük bir rağbet gören tıp, zaman içerisinde büyük bir gelişme kaydetmiştir. İslâm dini de sağlığa büyük bir önem atfetmiş, bu çerçevede Hz. Peygamber de kendisinin ve ashabının sağlığı ile ilgilenerek hastalıklara karşı tedbir alınmasını tavsiye etmiştir. Ayrıca o, hastalandığı zaman tedavi olmuş, bazı maddeleri (bal, zeytinyağı, çörekotu, mantar, kına gibi) tedavi amacıyla kullanmış, hastalanan insanların tedavi olmalarını tavsiye etmiş ve oruç gibi bazı ibadetlerin sağlıklı kalmayı sağlayacağını beyan etmiştir. Bu noktada sağlıkla ibadetler arasında müspet bir ilişki kurulduğu görülmektedir. Müslümanlar hasta oldukları vakit tedaviye müracaat etmeyi bir nevi sünnet olarak telakki ettiklerinden, Hz. Peygamber'in vefatından sonra sağlıkla ilgili hadisleri toplamayı kendilerine bir görev addetmişlerdir. Sözgelimi Buhârî'nin (ö. 256/870) *es-Sahîh*'inde tıpla ilgili hadisler için özel bir bölüm oluşturulduğu gibi daha sonra bu tür rivayetler Tıbbü'n-Nebevî adı altında ayrı kitaplar içinde toplanmıştır. Bunun yanında Müslümanlar, erken dönemde gerçekleştirdikleri fetihler sonrasında tıp sahasına ilişkin ulaştıkları eserleri de tercüme edip bunlardan istifade etmişlerdir (Bakkal, 2007: 429; 2013: 12).

Müslümanların hastalıkların tedavisi konusundaki genel kanaati, ölüm haricinde her derdin bir çaresi bulunduğu şeklindedir. Hz. Peygamber'in tabiplerle olan münasebetinin her zaman müspet olması tıp ilmine olan ilgiyi artırdığı gibi bazı Müslümanların da tabip olmasını sağlamıştır (Bakkal, 2013: 13). Tıp ilmine ilişkin birçok eser kaleme alınmıştır. Başta kelâm ilmi olmak üzere pek çok sahada söz sahibi olan Kâdî Abdülcebbâr (ö. 415/1024) da *Tesbîtü Delâili'n-Nübüvve* adlı eserinde tıp ilmine ve tabiplere yönelik bazı değerlendirmelerde bulunmuştur. Kâdî Abdülcebbâr h. IV/m. X. asırda yaşamış İslâm kelâmının en önemli şahsiyetlerinden birisidir. Kelâm ilminin kurucusu kabul edilen Mu'tezile mezhebinin son temsilcilerinden olan Kâdî Abdülcebbâr metodolojisi, ele aldığı konular ve hayatını ilme vakfetmesi yönüyle, İslâm düşünce serüveninin kilometre taşları arasında yer alır. Bu sebeple onun tıp sahasına ilişkin görüşlerinin tespit edilip ortaya konması büyük önem arz etmektedir. Bu çerçevede bildiride onun tıp ve tabiplere yönelik değerlendirmeleri ele alınacaktır.

1. Tedavi Yöntemlerinin Farklılığı

Kâdî Abdülcebbâr'a göre tedavi yöntemleri toplumlara göre değişir. Sözgelimi Hint tıbbı ile Arap tıbbı, Rum tıbbı ile Farslıların tıbbı birbirinden farklıdır. Kâdî Abdülcebbâr bu noktada şöyle bir örnek verir: Huneyn b. İshâk'ın birçok ilacı anlattığı bir kitabı vardır, fakat Hipokrat ve Câlînûs'un (Galen/Galien) bu ilaçlara ait bir bilgisi yoktur. Ayrıca Horosan'ın pek çok bölgesinde yüksek ateşli hastalıklar şifalı olduğu kabul edilen et, et ızgara, üstübeç ile tedavi edilirken Herât, Kâyin ve oraya yakın bölgelerde ise ateşli hastalıklar kuyruk ve iç yağı eritildikten sonra sıcak olarak hastaya sürülmek suretiyle tedavi edilirdi. Bu tedavi sonrasında da hastalar iyileşirdi. Nisaburlular ateşli hastalıkları yağ ile tedavi ederken, Taberistanlılar, hastalıkları gerek yaz döneminde gerekse kış döneminde sarımsakla tedavi ederlerdi. Fars dağlarında yaşamını sürdürenler ise ateşli hastalıkları civcivle tedavi ederlerdi. Bu tedavi civcivler soğukken gerçekleştirilirdi (Abdülcebbâr, 2017: 1146; tsz.: II/617).

Kâdî Abdülcebbâr'a göre ilaçların birçoğu, hastalara ancak belirli bir süre fayda verir. Belirli bir süreden sonra söz konusu ilaç öldürücü bir zehir haline dönüşebilir. Câlînûs yaralıları, göğsünde öksürük yarası olanları ve veremden ateşlenenleri biber, zencefil ve benzeri şeylerle tedavi ederdi. Fakat bu tedavi yöntemleri başka tabiplere göre öldürücü zehir mesabesindeydi. Keza tabip İbrahîm b. Beks kendi döneminde ortaya çıkan el-kuffa adlı hastalıkta Câlînûs'un uyguladığı tedavi yöntemini örnek alarak onun tavsiye ettiği ilaçları hastalara vermiş ve bu tedavinin sonucunda altmış hasta ölmüştür. Söz konusu yöntemle tedavi edilmeyen ve kendisine ilaç verilmeyen kırk el-kuffa hastası ise sağlığına kavuşmuştur. Bu yüzden tabipler, Câlînûs'un tedavi yöntemlerine karşı çıkmışlardır. Tıp sahasının öncü isimlerinden Ebu'l-Hasan b. Zehrûn es-Sabiî el-Harrânî de Câlînûs'u tıp sahasında yeterli görmemiştir. Câlînûs'a karşı çıkanlar temelde şu gerekçeye dayanmışlardır: İlaçlar her dönemde aynı sonucu vermez, yani ilaçlar bir dönemde bir hastalığa deva olabilir; başka bir dönemde ise aynı hastalığa zararlı olabilir (Abdülcebbâr, 2017: 1148; tsz.: II/618). Nitekim gıdalar da insanlara farklı farklı şekillerde tesir eder. Sözgelimi büyükbaş ve tırnaklı hayvanların bazısı insan ve birtakım hayvan türlerini öldüren çalı, saman ve otlarla beslenir; sonrasında bu çalı ve diğer besinler yağ, et ve süte dönüşür. Balık, domuz, tavuk ve bazı hayvanlar dışkı yer, Allah bu dışkıdan yağ, et ve süt yaratır. Yani gıdaların canlılara tesiri birbirinden farklı olmaktadır. Kısacası Kâdî Abdülcebbâr'a göre ilaçlar insanlarda değişik tesirlerde bulunabilir (Abdülcebbâr, tsz.: II/618-619).

2. Tıbbın Tecrübeden İbaret Olması

İnsanlar hastalandığında ya da yaralandığında tedavi yollarına başvurduklarına göre tıp, insanlık tarihi kadar eskidir, denilebilir. Tıp ilmi, İslâm'ın klasik çağlarında tabiat ilimleri içerisinde görülmüş ve bu ilmin tecrübeye dayandığı kabul edilmiştir (el-Âmirî, 1967: 87-88). Kâdî Abdülcebbâr tıbbın temelde bir ilim olmadığını, çünkü ilim olan bir şeyin asla değişmeyeceğini savunmuştur. Ona göre tıp temelde tecrübeden ibarettir, tecrübeler de sürekli değişiklik gösterir ve aynı tarzda devam etmezler. Bu ise Allah'ın ayetinin ve tevhidinin delilidir. Dolayısıyla tabip bir ilacı hastaya verdiği vakit, ilacın hastayı kesinkes iyileştirip iyileştirmeyeceğini bilemez, yani bu konuda net konuşamaz. Nitekim bazen hasta, tabibin tedavi ve tavsiyelerine uyarak iyileşebilir; bazen de hasta, doktorun önerdiği tedaviyi reddeder ve tabip tarafından da hastanın öleceği tahmin edilir, fakat hasta sağlığına kavuşur (Abdülcebbâr, tsz.: II/620).

Birçok sahada olduğu gibi tıp sahasında da tecrübe büyük bir önemi haizdir. Bu hususun altını çizen Kâdî Abdülcebbâr da tabiplerin yeni tespit ettikleri hastalıklarda tecrübe ve genel âdete göre hareket ettiklerini vurgulamıştır. Ona göre tabiplerin yeni başlamış ateşli hastalıklar hakkında doğru teşhisleri olabildiği gibi yanlış teşhisleri de olabilmektedir. Esasında tabipler, hastalığın ne kadar devam edeceğini, ne zaman geçeceğini, sürecin nasıl ilerleyeceğini, krizlerin terleme, burun kanaması, kusma, idrar kaçırma yoluyla veya başka bir yolla mı olacağını tecrübe veya genel âdete göre bilmektedirler. Keza denizciler de âdet ve tecrübelerden hareketle rüzgarın ne zaman sonlanacağını ve ne kadar süreceğini bilmektedirler. Böylece med ve cezirin vakitlerini bilirler ve buna göre tahminde bulunurlar (Abdülcebbâr, 2017: 1182-1184; tsz.: II/637). Esasen tıbbın temel ilkelerinden biri olan "Hastalık yoktur, hasta vardır." ilkesi, tedavi yöntemlerinin farklılığına vurgu yapmaktadır. Yani birine iyi gelen bir ilaç, diğer bir kimseye zarar verebilir. O yüzden her bir hadisede ayrı bir uygulama/usül ve ictihad gereklidir denebilir. Bu durumda ateşli bir hastaya bir takım tedavi yöntemleri uygulayarak tanı koyan bir uzman tabibin tedavisi her hastaya aynen uygulanamaz. Fakat söz konusu uzman tabibin tanı koyma ve tedavi sürecindeki yöntemlerinden faydalanmak esastır.

3. İslâm Dininin Hastalıkların Tedavisini Teşvik Etmesi

İslâm dini, hastalık durumunda şifa yollarının aranmasını istemiştir. Bu konuda öncelikle Hz. Peygamber Müslümanlara model olmuştur. O, kendisinin veya ashabının maruz kaldığı hastalıklar karşısında hiçbir tedbir almadan eli kolu bağlı bir şekilde oturmamış, sadece sabır ve tevekkül tavsiyesinde de bulunmamıştır. Aksine o, yakalandığı hastalıklarda tedavi yollarını aramış ve Müslümanlardan da hastalandıkları vakit tedavi yollarını araştırmalarını istemiştir.

Bu noktada bazısı Hz. Peygamber'in uygulamalarını şeklî ve zâhirî yaklaşımla ele almış, Hz. Peygamber'in davranışlarının vahiy kaynaklı olduğu gerekçesiyle, onun tedavi yöntemlerini aynen uygulamanın gerekliliğini savunmuştur (Ünal, 2000: 185).

Hz. Peygamber her hastalığın bir şifasının bulunduğunu belirtmiş ve bazı hastalıkların nasıl tedavi edileceğini kendisi bizzat ümmetine öğretmiştir. Hz. Peygamber, ashabının sağlığıyla da yakından ilgilenmiş ve kendisi de hastalık durumunda kendi dönemindeki bütün tedavi yöntemlerine başvurmuştur. Sözgelimi rahatsızlanınca bazen kan aldırmış ve bunu başkalarına da tavsiye etmiştir (Buharî, "Tıb", 11-12). Bir gün Ensar'dan yaralı birisini ziyarete gittiğinde, orada yaralı kimsenin tedavisi için bir tabibin çağrılmasını istemiş, gelen tabibin "Ey Allah'ın Resulü! Tedavi bir işe yarar mı?" sorusu karşısında, "Sübhanallah! Allah yeryüzüne şifasını yaratmadığı bir hastalık indirmiş midir?" cevabını vermiştir (Ahmed b. Hanbel, 1982: V/371). Bunun yanı sıra koruyucu hekimliği ciddi anlamda ilk defa o gündeme getirmiş ve bunun temel ilkelerini de belirlemiştir. Ancak o, tıbbî tedaviler ve ilaçlarla ilgili tafsilatlı bir bilgi vermemiş; sadece temel sağlık ilkelerini açıklamış ve daha ziyade kolay temin edilebilen ve çok yönlü faydaları olan gıda ve bitkileri tavsiye etmekle yetinmiştir. Onun tıp konusundaki beyanları, sıradan bir tavsiye olarak görülmemiş, birtakım beyanlarının vahiyle kendisine bildirildiği, hatta mucize olduğu kabul edilmiştir. Bazısı ise bunun tam aksini savunmuş ve onun tıp sahasına ilişkin açıklamalarının peygamberlik vazifesiyle ilgisinin bulunmadığı iddia etmiştir (Tekineş, 1998: 57).

Hastalığın Allah tarafından takdir edildiği düşünülerek tedaviden uzak durmak İslâm'ın onayladığı bir davranış değildir. Kâdî Abdülcebbâr, İslâm dininin hastalık durumunda tedaviyi teşvik ettiğini şu ifadelerle izah etmiştir: İslâm dini, hastalık durumunda tedavi olmayı yasaklamamıştır. Şeriatın helal kıldığı şeylerle tedavi olmak gereklidir. Bazısı Allah'a müracaat ederek Kur'an, zemzem suyu ve sadaka ile şifa bulmaktadır. Dileyen kimse bu veya başka tedavi yöntemlerine müracaat edebilir. Fakat şeriat sadece helal olan şeylerle tedavi olmaya müsaade etmiştir. Bu husus bir rivayette şöyle açıklanmıştır: "Allah, sizin şifanızı size haram kıldığı şeylerde yaratmamıştır." Başka bir rivayette ise "Vücuda alışkın olduğu şeyi veriniz!" denilmektedir. Esasen sağlıklı olmak, selamette kalmak için yeterli de değildir. Nitekim Hz. Peygamber şöyle buyurmuştur: "Selamet (sağlık) bize hastalık olarak yeter." Bu sözle kastedilen ise insanın sağlıklı olsa dahi ihtiyarlayacağı, yıpranacağı ve değişeceğidir. Güçlü bir tabip için de aynı husus geçerlidir (Abdülcebbâr, 2017: 1152-1154; tsz.: II/621-622).

4. Tabiplerin Yetersizlikleri Üzerine Bir Değerlendirme

Tabiplerin her hastalığın tedavisinde olumlu sonuç alması mümkün değildir. Kâdî Abdülcebbâr bu hususu şöyle açıklar: Tabipler bazı hastalıkları tedavi ederken yetersiz kalabilirler. Bir çoban tabiplerden daha sağlıklı ve uzun ömürlü olabilir. Hastalanmayan uzman tabip çok azdır. Bu noktada o, şöyle bir örnek verir: Ebu'l-Hasan b. Beks (ö.394/1003-1004), bir gün bir göz hastalığına yakalanmış ve sonrasında tek gözünü kaybetmiştir. Bunun üzerine tıp alanında kendisini yetiştirmiştir, fakat bu sürecin ardından diğer gözünü de kaybetmiştir. Dolayısıyla tıp alanında kariyer sahibi ve güçlü bir tabip olmak hastalanmamayı veya uzun ömürlü olmayı gerektirmez (Abdülcebbâr, tsz.: II/623). Başka bir hadisede ise kendisinin azîz ve Mısır Firavun'u olduğunu iddia eden Nizâr'ın ayak tarağında bir çıban çıkmıştır. Bu çıban ona büyük bir rahatsızlık vermiş, en sonunda onu yatağa düşürmüştür. Bu hastalığın tedavisi için sahasında uzman olan tabipler toplanmış ve hastalığı tedavi etmeye çalışmışlardır, fakat rahatsızlığı hiçbir şekilde hafifletememişlerdir. Benzer bir hadiseyi tıp sahasında önemli bir isim olan ve bu alanda birçok makale ve kitabı olan İbn Zekeriyyâ er-Râzî (ö. 313/925) de yaşamıştır. Zira o da yakalandığı hastalıkla mücadele edememiştir. Onun çok fazla bakla tüketmesi, gözlerine su inmesine ve daha sonra da kör olmasına neden olmuştur. Bundan sonra Râzî, gözleri aynı sebepten ötürü kör olan diğer kimseleri bulmuş ve onlara neden kör olduklarını, neler tükettiklerini ve ne zaman gözlerine su indiğini sorarak hastalık üzerinde araştırmalar yapmıştır. Ne yazık ki Râzî'nin yaptığı bütün araştırma ve incelemeler, kendi hastalığına deva olamamıştır. Bunun dışında Râzî, uykusunu kaçıracak derecede bir kulak hastalığına yakalanmış ve tabiplerin tavsiye ettiği her şeyi yapmasına rağmen iyileşememiştir. Bir kadının "Ölü kirpi gül suyunun kaynatılıp kulağa damlatıldığında kulak ağrısını engellediği" tavsiyesini duyunca bunu aynen uygulamış ve fayda görmüştür. Câlînûs da ilaçların çoğunu ebelerden, çiftçilerden ve denizcilerden öğrenmiştir. Kısacası tıpla ilgilenmek ve hekim payesine ulaşmak hastalıktan mutlak anlamda korunmayı ve diğer insanların hastalıklarına kesinkes şifa bulma imkânını sağlamaz. Nitekim tecrübelerimiz bize doktorların da hastalandığını ve çoğu kez kendi hastalıklarında dahi aciz kaldıklarını göstermektedir. O halde şifa hususunda, tıp ve hekim ancak bir vesiledir. Kâdî Abdülcebbâr'ın da isabetle belirttiği üzere şifa, Allah'tandır ve bu noktada -gerekli tedavi usûllerine müracaat ederek- Allah'a tevekkül edilmelidir (Abdülcebbâr, 2017: 1160-1162; tsz.: II/624-625).

Diğer taraftan Kâdî Abdülcebbâr hastalık ve sağlığın Allah'tan olduğunu, hastalık sebebiyle insanların ayıplanmaması gerektiğini, zira hastalıkların kullar için birer imtihan olduğunu belirtmiştir. Onun yukarıda tabiplerin bazen kendi hastalıklarına dahi şifa bulamayışı örneğini

vermesinin sebebi de aslında ibret alınması, hastalık ve sağlığın Allah'tan olduğunu vurgulamak içindir. Zira peygamberi yalanlayan, Müslümanları bilgisiz kabul eden ve birçok temel dinî esası inkâr eden bazı tabipler sağlığın ilaçlarla elde edildiğini ve ilaçların sağlığı kazandıran ve hastalıkları yok eden tabiatları olduğunu kabul etmektedir. Fakat bu yaklaşım Kâdî Abdülcebbâr'a göre doğru kabul edilemez, çünkü hastalık ve sağlık ancak Allah'tandır (Abdülcebbâr, 2017: 1146; tsz.: II/622-623).

5. Müslümanların Tıp İlmini Öğrenmesinin Gerekliliği

Tıp ilminin önemi ve öğrenilmesi gerektiği Kâdî Abdülcebbâr tarafından vurgulanan diğer bir husustur. Ona göre Müslümanlar tıp ilmini öğrenmelidir ve buna pekâlâ imkânları vardır. Zira tıp ilmini öğrenmek gramer ve arûz öğrenmekten daha kolaydır. Tıp eserlerinin okunup tetkik edilmesi ve hastaların uzun süre müşahede edilmesi tıp ilminin öğrenilmesini sağlayacaktır. Kelâm ilmini ve fiilin Allah'tan olduğunu bilenler ilaçların âdet mesabesinde olduğunu, bazen fayda verdiğini bazen de fayda vermediği bilirler. Eğer bu kimseler tıp ilmi ile iştigal etselerdi, Müslümanların usul bilmeyen ve gerçek inançlarını gizleyen mülhid, katı ve hoşgörüsüz tabiplere ihtiyacı kalmazdı. Yapılacak araştırmalarla onların gerçek yüzü bilinebilir. Mülhid, hastalarını sömüren ve huzur bozan tabiplerden kurtulmak için tıp sahasında güvenilir ve takva sahibi Müslümanlara ihtiyaç vardır. Söz konusu tabipleri en fazla üzen şey ise insanların sağlıklı olarak yaşamlarını sürdürmeleridir. Hatta bu tür tabipler insanlara ihanet de edebilirler. Bu tür tabiplere güvenip onlara tedavi olan kimse, kendisine kötülük yapmış olur (Abdülcebbâr, 2017: 1164-1168; tsz.: II/626-627). Kısacası Kâdî Abdülcebbâr Müslümanların diğer ilim alanlarına vâkıf olduğu gibi tıp ilmine de vâkıf olması gerektiğini savunmuştur. O, bazı gayri müslim hekimlerin Müslümanları sömürebileceği ve tıp etiğine sahip olmadığını vurgulamıştır. Dolayısıyla bu tür bir gayri müslim hekimin eline düşen Müslüman hastanın, hekim tarafından doğru/uygun tedavi edileceğinin bir garantisi olmadığından İslâm toplumunun kendi hekimlerini yetiştirmesi elzemdir.

6. Tabiplerin Tutarsızlıklarına İlişkin Bazı Örnekler

Kâdî Abdülcebbâr tabiplerin bazı tutarsızlıklarının olduğunu belirtmiş ve bu hususu açıklarken öncelikle Kindî örneğini vermiştir. Ona göre Kindî zahiren Müslüman olarak görünen bir mülhiddir ve hayatını İslâm dinine karşı kötülüğe adamıştır. Kindî'nin görüşlerinde isabetli olmadığı şu hadise ile açıklanabilir: Bir gün Halife Mu'tasım Kindî'yi çağırmış ve "Burada bir adam var, üzerine yılan salınıyor, yılan onu sokunca yılanın kendisi ölüyor, adama ise herhangi bir şey olmuyor." demiştir. Kindî bu durumu gözüyle görmek istemiş ve tekrardan söz konusu adamın üzerine yılanlar bırakılmış ve adamı sokan her bir yılan tek tek ölmüştür. Ardından

Kindî konuyu araştırmış ve halifeye şu şekilde bir bilgi vermiştir: "Bu yılanlar uzun süre kafeste kalmış ve orada su içtikleri için zehirleri zayıflamıştır. Eğer su içmemiş başka yılanlar adamın üzerine salınırsa adam ölecektir." Kindî'nin söyledikleri yerine getirilince gerçekten de adam ölmüştür. Kâdî Abdülcebbâr'a göre Kindî'nin buradaki yaklaşımı doğru değildir. Zira o, yılanların zehiri olmadığını ifade etmiş, ama yılanların ölüm nedenini ise açıklamamıştır (Abdülcebbâr, 2017: 1170-1172; tsz.: II/630-631). Bunun yanında Huneyn b. İshâk (ö. 260/873) hayvanların cisimlerinin sıcak ve rutubetli havadan oluştuğunu iddia etmiştir. Hâlbuki insanlar bir şeyi soğutmak veya hafifletmek istediklerinde onu havaya tutarlar. Ayrıca Huneyn b. İshâk bazı toprakların soğuk ve kuru olduğunu söylemiştir. Hâlbuki toprak bir cisimdir, bu yüzden onun sıcak veya soğuk olması imkân dâhilindedir. Su ve ateş için de aynı husus geçerlidir; Allah'ın bunları dönüştürerek ağaç, çamur ve kar olarak yaratması da mümkündür. Esasen Huneyn b. İshâk, Allah'ın gök ve benzeri varlıkları neden yarattığını bilmemektedir. Allah, ibret olması için göğü dumandan ve birçok canlıyı da sudan yaratmıştır. Allah dileseydi bunları da yoktan yaratabilirdi (Abdülcebbâr, 2017: 1178; tsz.: II/634-635).

Kâdî Abdülcebbâr'a göre birçok tabip, hastalarına bazı tavsiyelerde bulunmakta ve bazı ilaçlar vermektedir. Tabipler, tavsiyelerine uyulması ve ilaçların kullanılması durumunda hastalarının iyileşeceğini söylese de hastalar ölebilmektedir. Tabiplere hastaların ölüm sebebi sorulduğu vakit de onlar, bu durumu geçiştirmekte ve kendilerini savunmaya almaktadırlar (Abdülcebbâr, tsz.: II/633). Kısacası Kâdî Abdülcebbâr'ın ifadesinden anlaşıldığı üzere tabipler zaman zaman tedavi sürecinde başarısız olabilmektedir.

7. Haram Olan Yiyecek ve İçeceklerle Tedavi

Fıkıh âlimleri necis (din yönünden pis) olsun olmasın yenmesi ve içilmesi haram kılınmış olan şeylerle tedavinin caiz olup olmadığı konusunda farklı görüşler serdetmişlerdir. Birinci görüşe göre haram olan yiyecek ve içeceklerle tedavi caiz değildir. Hanbelîler bu görüşü benimsemişlerdir. Onlar "Allah hem derdi hem de devâyı indirmiştir, her hastalığa bir ilaç yaratmıştır; tedavi olun, ancak tedavi olurken haramı kullanmayın." (Ahmed b. Hanbel, 1982: I/446) gibi rivayetleri delil olarak kabul etmişlerdir. Zira onlara göre haram olan şeyleri yemekle açlığın gideceği kesin olarak bilinirken hastalığın iyileşeceği kesin olarak bilinemez. Ayrıca açlık zarûretinde murdar hayvan ve benzeri şeyleri yemek farzdır; fakat hastanın tedavi olmasının farziyeti konusunda bir ittifak yoktur. Nitekim sahabe ve tâbiun neslinde birçok kimse hastalık durumunda tedavi olmamış ve hiçbir âlim de bunları kınamamıştır. Neticede zaruret durumunda murdar hayvan ve benzeri şeyleri yemek farz olduğu halde tedavi olmak farz değildir, dolayısıyla bu iki hususun birbirine kıyası yanlıştır. İkinci görüşe göre haram

kılınmış şeylerle tedavi caizdir. Bu düşünceyi savunan Zâhirilere göre şarap darda kalan ve zarûret halinde olan kimse için mübahtır. Tedavi de zarûret hallerinden birisi olarak değerlendirilir. Zarûretler ise haram olan şeyleri mübah kılar. Üçüncü görüş sahiplerine göre haram olan bir şeyle tedavi kısmen caizdir. Bu görüşün savunucusu olan Hanefilere göre ancak kesin olarak şifa vereceği bilinen bir şeyle tedavi caizdir. Şâfiîler ise bu noktada şarap ile diğer haram gıdaları birbirinden ayırırlar; onlar pis ve haram olan şeylerle tedaviyi caiz kabul ederken şarapla tedaviyi caiz kabul etmezler (http://www.hayrettinkaraman.net/kitap/meseleler/0177.htm).

Kâdî Abdülcebbâr haram maddelerin tedavi edici yönünün bulunmadığını, bu sebeple de haram maddelerle tedavi olunmaması gerektiğini savunmuştur. Dolayısıyla ona göre ancak şeriatın helal kıldığı şeylerle tedavi olmak mümkündür. Bazı tabipler içki, şarap ve domuz etini haram kabul etmedikleri için hastalarını haram olan yiyecek ve içeceklerle tedavi etmektedirler. Bu tabipler haram olan içeceklerden uzak duran Müslüman kimseye "Senin ilacın haram olan içeceklerdedir. Irak ehli senin için bunları mubah saymıştır." demektedirler. Bazı zımmî tabipler de içkinin sağlığı koruduğunu kabul etmiş, bu sebeple de sıkça içki tüketmişlerdir. Bu düşünceye sahip olan tabiplere göre tabii hararet, içki içince kuvvetlenmekte, su içince ise zayıflamaktadır. Hatta onlardan birisi şöyle demiştir: "Vallahi peygamber, çok akıllı olduğu için içkiyi Müslümanlara haram kıldı. Çünkü alkollü olan içecekler, akla büyük zarar vermekte ve akıl dengesini bozmaktadır. Şarkılar da böyledir. Akıldan daha değerli bir şey yoktur. Akla zarar veren ve ona –olumsuz- tesir eden her şey kötü ve pistir… Sarhoşluk veren içkinin akla verdiği zarar, zarar ve hastalıkların en büyüğüdür. Bir hastalığı, daha büyük bir hastalığa neden olacak şekilde bir ilaçla tedavi eden -gerçek- tabip değildir. İçki içen ve şarkı dinleyen kimsede oluşan mutluluk, huzur, sükûnet ve hafiflik aklın noksanlaşmasından kaynaklanmaktadır. Yoksa bu, onun için bir iyilik ve hayır değildir. İşte bu yüzden peygamber, tabiplerin en büyüğü ve en akıllı kimsesidir." Kâdî Abdülcebbâr'a göre belirtilen sözü Hz. Peygamber'i yalanlayan ve ona düşman olan bir kimse söylemiştir. İnsanlar hayvanların ve bitkilerin hayatlarını su ile idame ettirdiklerini ve onlara içkinin bir fayda vermediğini gözlemlemektedirler. Aslında içki, insanların sadece sıkıntılarını artırmaktadır (Abdülcebbâr, 2017: 1180-1182; tsz.: II/635-636).

Kâdî Abdülcebbâr'a göre kişi, yasak olan şeylerin içilmesi veya yenmesi sonucunda meydana gelen şey sebebiyle kınanır ve günahkâr kabul edilir. Ölümü yaratmak, Allah'a ait bir fiildir. Allah, zehirli ilaç içmenin ardından ölüm âdetini icrâ etmektedir. Kişi normal şartlarda ilaç içtikten sonra sağlığına kavuşabilir, ama söz konusu ilacı içtikten sonra sağlığına kavuşmadan da ölebilir. Bu noktada üzerine düşeni yapan (ilacını kullanan), fakat sonuçta ölen kimse

kınanmaz. Zira genellikle bu noktadaki beklenti, söz konusu kimsenin sağlığına kavuşmasıdır. Fakat öldürücü zehiri içip iyileşen ve bundan fayda gören kınanır. Zira bu kimse söz konusu fiili ile yanlış bir iş yapmış ve günah işlemiştir. Aslında bu hususlarda yaygın olan âdete göre hareket edilmelidir. Kısacası Kâdî Abdülcebbâr'a göre ilaç veya zehirin içilmesinin ardından ölümün yaratılması Allah'a ait bir fiildir. Yoksa ilaç cansızdır; şifa, hayat ve ölüm gibi fiilleri meydana getiremez, bunları âlim olan Allah yaratır. Çünkü Allah, zehir içildiğinde âdetini ölümü yaratma şeklinde icra etmektedir. Burada kınamayı gerektiren davranış, zehirli olan şeyin kullanımı sonucu meydan gelen şey sebebiyledir. Kişi kendisine fayda veren ve lezzetli olan şeyleri yiyince de hastalanıp ölebilir, fakat bu kimse kınanmaz. Ama kişi öldürücü zehirli bir şeyi yer veya içerse bu kimse kınanır, çünkü bu kimse söz konusu fiili nedeniyle günaha girmiştir (Abdülcebbâr, 2017: 1184; tsz.: II/638). Netice olarak insan, zehirli olan bir şeyi kullandığı için ölüme sebep olan kimse olarak görülür, bu sebeple de zemmedilir.

Günümüzde birçok hammadde farklı kaynaklardan elde edilebilmektedir. İlaç etkin maddelerinin alternatiflerinin olmaması zaruret kapsamına girse de aynı işlevi gören eksipiyanlardan helal olanlar kullanılarak hemen her ilacın helal standartlara sahip kılınması imkân dâhilindedir. Bu doğrultuda hastaların kullanması önerilen ilaç içeriklerinin inançlarına uygun olmasının sağladığı vicdanî rahatlık, ilacı almalarını kolaylaştıracak ve tedavi başarısını artıracaktır (Arslan-Çam-Uysal, 2019: 60).

Sonuç

Tıp ilmi insanlık tarihi boyunca büyük rağbet gören bir bilim dalı olmuştur. Hz. Peygamber de sağlıkla ilgili sahabeye bazı önerilerde bulunduğu gibi kendisi de sağlığıyla ilgili bazı tedbirler almış ve hastalanınca da tedavi olmuştur. Müslümanlar da Hz. Peygamber'in vefatından sonra sağlıkla ilgili hadisleri toplamışlardır. Bu bağlamda birçok ilim adamı bu sahada bazı eserler kaleme almıştır. Başta kelâm ilmi olmak üzere pek çok sahada söz sahibi olan Kâdî Abdülcebbâr da *Tesbîtü Delâili'n-Nübüvve* adlı eserinde tıp ve tabiplere yönelik bazı değerlendirmelerde bulunmuştur. Onun değerlendirmelerini şu şekilde maddeleştirebiliriz:

1. Her milletin hastalıkları tedavi yöntemi birbirinden farklıdır. Milletlerin tedavi yöntemi birbirinden farklı olsa da aynı sonuç elde edilebilir.

2. İlaçlar âdet mesabesindedir; bazen fayda verir, bazen de fayda vermeyebilir. Yani aynı gıdanın insanlarda farklı farklı tesirlerde bulunduğu gibi aynı ilaç da insanlarda farklı tesirlerde bulunabilir. Bunun yanı sıra ilaçların birçoğu hastaya ancak belirli bir süre fayda verebilir. Belirli bir süreden sonra söz konusu ilaç, fayda vermeyip öldürücü bir zehir haline dönüşebilir.

3. Tıp tecrübeden ibarettir ve bu sahadaki uygulamalar sürekli değişir. Dolayısıyla tabipler de kendi tecrübelerine ve genel âdetlere göre tedavilerini yürütürler.

4. İslâm dini, hastalık durumunda tedavi olmayı teşvik etmiştir. Fakat şeriatın yenmesi ve içilmesi helal kıldığı şeylerle tedavi olunmalıdır.

5. Tabipler alanında uzman olsalar dahi bazı hastalıkların tedavisinde yetersiz kalabilirler.

6. İlaç şifa, hayat ve ölüm gibi fiilleri meydana getiremez, bunları âlim olan Allah yaratır. Yani şifayı veren, hayatı ve ölümü yaratan sadece Allah'tır. Hastalık da kullar için birer imtihan olup Allah'tandır. Bu sebeple hastalık nedeniyle hiç kimse ayıplanmamalıdır.

7. Güvenilir ve takva sahibi Müslümanlar, diğer Müslümanlara faydalı olmak adına tıp sahasında kendilerini yetiştirmeli ve söz sahibi olmalıdır.

KAYNAKÇA

Atmaca, V. (2011). "Tıp ve Tıbb-ı Nebevi Hakkındaki Muasır Çalışmalar", *Fırat Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi.* c. 16. sy.1. ss. 46-69.

Bakkal, A. (2013). "İslâm Tarihinde Tıbbın Gelişmesi ve Silvan'da Tıp", *Harran Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi.* 2013. c. 18. sy.30. ss. 9-41.

_____, (2007). "İslâm'ın Doğuşundan Artuklular Döneminin Sonuna Kadar Mezopotamya'da Tıp Eğitimi ve Hastaneler", *(I. Uluslararası Artuklu Sempozyumu Bildirileri).* Ed. İbrahim Özcoşar. Mardin 2007.

el-Âmirî, Ebu'l-Hasen Muhammed b. Yusuf. (1967). *Kitâbu'l-İ'lâm bi Menâkıbı'l-İslâm,* (nşr. A. Abdulhamid Gurâb). Kahire.

Kâdî Abdülcebbâr, Ebu'l-Hasan b. Ahmed el-Hemedânî el-Esedâbâdî. (tsz.). *Tesbîtü Delâilin'n-Nübüvve*, (tah. Abdülkerim Osman), Beyrut.

_____, (2017). *Tesbîtü Delâilin'n-Nübüvve*, (ter. M. Şerif Eroğlu, Ömer Aydın). İstanbul.

Kahya, E. (1998). "Hipokrat", *DİA*. XVIII. ss. 119-120.

Katipoğlu, H.- Kutluer, İ. (1998). "Huneyn b. İshâk", *DİA.* XVIII. ss. 377-378.

Kutluer, İ. (1993). "Câlînûs", *DİA.* VII. ss. 32-33.

Oktay, S. A.- Çam, S. A.-Uysal F. (2019). "İlaç Bileşimlerinde İslâm İnancına Göre Haram Olan Maddelerin Bulunma Durumu", *Journal of Halal Life Style.*c.1, sy.1. ss. 54-61.

Tekineş, A. (1998). "Alternatif İslâmi Tıp", *Divan.* sy.1. ss. 57-72.

Ünal, İ. H. (2000). "Hz. Muhammed ve Tıp", *Diyanet İlmi Dergi.* Peygamberimiz Hz. Muhammed (özel sayı). ss. 181-190.

http://www.hayrettinkaraman.net/kitap/meseleler/0177.htm (erişim: 29.10.2019)

İSRÂ HADİSESİ'NİN MU'TEZİLÎ YORUMU

Prof. Dr. Veysi ÜNVERDİ
Necmettin Erbakan Üniversitesi, Ahmet Keleşoğlu İlahiyat Fakültesi, Kelam ABD Öğretim Üyesi
ORCID ID: 0000-0002-8364-4412

ÖZET

Peygamberlerin davetine muhatap olan toplumlar, onlardan nübüvvet iddialarının ispatını talep etmişlerdir. Peygamberler bu taleplerin karşılığında farklı deliller öne sürmüşlerse de nübüvveti inkâr eden değişik gruplar her zaman var olmuştur. Bu bağlamda kelâmcılar nübüvveti ispat etmek için bazı argümanlar ortaya koymuşlardır. Onlar, bilhassa peygamberlerin elinde zuhur eden mucizeler yoluyla onların doğruluğunu ispat etmeye çalışmışlardır. Allah da vahyin ve peygamberliğin kabulü için her peygambere birtakım mucizeler vermiştir. Bu mucizeler peygamberlerin risâletlerinin onaylanmasını sağlamıştır. Bu bağlamda bildiride Hz. Peygamber'in Mescid-i Haram'dan Mescid-i Aksa'ya bir gecede gidişini ifade eden İsrâ hadisesinin onun nübüvvetine nasıl delil teşkil ettiği hususu üzerinde durulacaktır.

Anahtar Kelimeler: İsrâ, Mirac, Mucize, Nübüvvet.

Giriş

İsrâ hadisesi İslâm tarihinde üzerinde en çok tartışmanın yapıldığı mevzulardan birisidir. Arapça'da Hz. Peygamber'in Mescid-i Haram'dan Mescid-i Aksa'ya gidişi için gece yolculuğu anlamına gelen isrâ, oradan göklere yükselişi için de Mirac kelimesi kullanılmakta ise de Türkçe'de mirac kelimesi her iki merhaleyi de ifade etmektedir. İslâm âlimleri isrâ ve mirac olayının aynı gecede gerçekleşip gerçekleşmediği ve miracın keyfiyeti konusunda ihtilaf etmiştir (Arslan, 2018: 50-51). Bazı âlimler miracın ruh ve bedenle, bazısı sadece ruhla veya rüya şeklinde vuku bulduğunu iddia etmiştir. Bu iddiaları destekleyen rivayetler de mevcuttur (Topaloğlu-Çelebi, 2013: 217). Bu bildiride isrâ hadisesinin Hz. Peygamber'in nübüvvetine nasıl delil teşkil ettiği hususu üzerinde durulacaktır. Bu sebeple bildiride isrâ hadisesi üzerindeki ihtilaflı mevzulara ayrıca girilmeyecektir.

İsrâ Hadisesi

Hz. Peygamber kendisine risâlet görevi verildikten sonra İslâm dışındaki diğer inançların geçersiz olduğunu açıklamıştır. O, İslâm'a davet sürecinde herhangi bir baskıda bulunmamış ve insanlara maddi çıkar da vadetmemiştir. Buna rağmen gün geçtikçe birçok insan onun davetine icabet etmiş ve din olarak İslâm'ı tercih etmiştir. Her türlü baskı, tehdit ve olumsuz

söylem onu tebliğ vazifesinden vazgeçirememiştir. Dinî mefhumlara çok uzak olan putperest bir toplumun kısa zamanda Hz. Peygamber'in etrafında toplanması, hiçbir maddi gücü ve koruması olmadığı halde büyük bir sadakat ve cesaretle herkesi karşısına alarak davetini sürdürmesi, bütün düşmanlık, öfke ve tuzaklara rağmen muhaliflerinin kendisine bir zarar verememesi, onun Allah tarafından korunduğunun ve gönderildiğinin açık bir delilidir. Hz. Peygamber, peygamberlik görevini üstlendikten sonra birçok vaatte bulunmuş, geçmiş ve gelecekle ilgili bazı haberler vermiş ve bunlar aynen gerçekleşmiştir. Keza beşerin gerçekleştirmesinin imkânsız olduğu mucizeler de göstermiştir. İsrâ hadisesi de bu tür bir mucizedir (Abdülcebbâr, 2017:33).

İsrâ olayı Kur'an'da şöyle anlatılır: *"Kendisine ayetlerimizden bir kısmını gösterelim diye kulunu (Muhammed'i) bir gece Mescid-i Haram'dan çevresini bereketlendirdiğimiz Mescid-i Aksa'ya götüren Allah'ın şanı yücedir. Hiç şüphesiz O, hakkıyla işitendir, hakkıyla görendir."* (İsrâ 17/1). Ayette Hz. Peygamber'in Mescid-i Harâm'dan Mescid-i Aksâ'ya götürüldüğü çok açık bir ifade ile anlatılmıştır. Bu yüzden Kur'an'da geçtiği şekliyle İsrâ hadisesinin gerçekliğinde şüphe yoktur. Dolayısıyla İsrâ olayı Kur'ân'ın beyanıyla sabit olduğu için inkârı küfrü gerektirir. İsrâ hadisesinin keyfiyetine ise Kur'an'da değinilmemiştir. Hadîslerde ise hem başlangıcında bir takım ilave bilgiler hem de devamında yani Kudüs durağı sonrasında göklere doğru gerçekleşen bir Mi'rac hâdisesinden bahsedilir (http://www.siyervakfi.org/dokuman/kuran-cografyasi-mekke/ders18-prof-dr-cagfer-karadas.pdf.).

Kâdi Abdülcebbâr isrâ mucizesini şu şekilde anlatır: Hz. Peygamber bir gece Mescid-i Haram'dan Mescid-i Aksa'ya yürütüldü. Aynı gece Mekke'ye geri döndü. Bu iki yer arasında gidiş geliş mesafesi iki aydır. Hz. Peygamber'in yaşadığı bu olay sadece peygamberlere mahsustur. Hadiseyi Hz. Peygamber akrabalarına aktarınca, Ümmü Hâni şu sözü ile onu uyarmıştır: "Bu olaydan kimseye bahsetme, vallahi, sana iman edenler seni inkâr ederler ve seni onaylayanlar da yalanlarlar." Buna cevaben Hz. Peygamber "Rabbim bu olayı insanlara aktarmamı istedi. Ebû Bekir şüphesiz beni doğrular ve bana şehadet eder." demiştir. Sonrasında Hz. Peygamber isrâ hadisesini Kureyş'e anlatmıştır. Onlar da bu olayın aslının olmadığını düşünerek insanların Hz. Peygamber'den uzaklaşacağını hesap etmiş ve Hz. Ebu Bekir'in tepkisini öğrenmek için ona bu olayı aktarmışlardır (Abdülcebbâr, tsz.: 46-47).

Kadı Abdülcebbar bu açıklamasının ardından şunları aktarır: Kureyş'i çok iyi tanıyan Ebu Bekir toplum nazarında saygın ve fazilet sahibi birisidir. O, Hz. Peygamber'e arka çıkar, malı ile onu destekler ve insanları İslâm'a davet ederdi. Bu sebeple de Müşrikler onu Hz. Peygamber'den

uzaklaştırmanın yolunu arıyor ve ona zarar verecek kötülükler yapmaya çalışıyorlardı. Bu düşünceyle Hz. Ebu Bekir'e gelen Müşrikler Hz. Peygamber'in büyük bir yalan söylediğini iddia etmişlerdir. Bunun üzerine Ebu Bekir "Onun böyle bir şey yapması imkânsızdır, nedir o?" şeklinde onlara sormuştur. Müşrikler "O, Beytü'l-Makdis'e bir gecede yürütüldüğünü söyledi." dediler. Ebu Bekir de hemen "Eğer o söylemişse doğrudur." şeklinde yanıt vermiştir. Bunun üzerine Müşrikler "Yani sen onu bu konuda tasdik mi ediyorsun? Hâlbuki bir kervanın oraya ulaşması bir ay, oradan dönüşü de bir ay zaman alır. O bir gecede oraya nasıl gidebilir!" Buna karşılık Ebu Bekir "Muhammed bana gökyüzünden yeryüzüne bir anda haber geldiğini söylüyor, ben de ona inanıyorum. Hâlbuki gökyüzü ile yeryüzü arasındaki mesafe Beytü'l-Makdis ile Mekke arasındaki mesafeden daha uzundur. Haydi, ona gidelim ve durumu ona soralım." şeklinde cevap vermiştir (Abdülcebbâr, tsz.:47).

Ardından Hz. Peygamber'e gidilmiş ve Ebu Bekir ona şöyle bir soru sormuştur: "Ey Allah'ın Resulü, sen bir gecede Beytü'l-Makdis'e gitmişsin. Doğru mudur?" O, "Evet, Ebu Bekir! Sizinle bu vadide namaz kıldıktan sonra bana birisi geldi, ardından beni uyandırıp dışarı çıkardı. Bineğini getirip ona binmemi istedi. Fakat binek yerinde durmadı. Bunun üzerine Cebrail ona "Sakin ol! Sen ondan daha faziletli birisini şimdiye kadar taşımadın." dedi. Sonrasında binek beni götürdü. Öyle ki hayvanın ön ayakları gözlerinin hizasına ulaşıyordu. Yukarı çıkarken hayvanın adımları kısalıyor, inerken de adımları uzuyordu. Bu şekilde Beytü'l-Makdis'e geldim." Sonra Hz. Peygamber, Beytü'l-Makdis'te namaz kılışını, oraya nasıl girip çıktığı anlattı. Bunun üzerine Ebu Bekir "Ey Allah'ın Resulü, bize Beytü'l-Makdis'in nasıl olduğunu anlatır mısın?" şeklinde bir soru sordu. Buna cevaben Hz. Peygamber mescidin giriş kısmından, tavanından ve içindekilerden bahsetmiştir. Ardından Ebu Bekir Hz. Peygamber'in doğru söylediğini vurgulamak için "Duydunuz mu?" demiştir. Bunun üzerine Kureyş Hz. Peygamber'e "Bizim Şam'a giden bir kervanımız var. Bu kervandan da bize bahseder misin?" demiştir. Soruya olumlu yanıt veren Hz. Peygamber "Evet! Giderken falan yerde onların yanından geçtim. Bineğin sesinden ötürü onların bir devesi kaçtı. Onlara bu devenin yerini gösterdim ve tekrar döndüğümde onlar uyuyorlardı. Orada üstü örtülü bir su kabı vardı, bineğimden inerek o su kabından içtim ve tekrar kabın üstünü örttüm. Sizin bu kervanınız şu vadiden gelecek ve şu gün güneşin doğuşu vakti sizlere ulaşacaktır. Kervanın önünde boz bir deve ve üzerinde de biri siyah diğeri siyah beyaz renkte olmak üzere iki çuval mevcuttur." Bunun üzerine Kureyş durumu araştırmaya koyulmuştur. Hz. Peygamber'in dediği gibi kervan güneşin doğuşuna yakın bir vakitte gelmiş ve gelen kervanın önünde Hz. Peygamber'in belirttiği gibi boz bir deve ve üzerinde de biri siyah diğeri siyah beyaz renkte olmak üzere iki

çuval mevcuttur. Kureyş ayrıca kervanda bulunanlara korkudan kaçan deveyi ve içinde su bulunan kabı sormuş, onlar da Hz. Peygamber'in anlattığının aynısını anlatmış ve su dolu kabı boş bulduklarını söylemişlerdir (Abdülcebbâr, 2017:114-116; tsz.: 47-48).

Kâdî Abdülcebbar'a göre Hz. Peygamber'in nübüvvetinin ispatı için İsrâ olayı tek başına yeterlidir. Zira İsrâ hadisesi kendi içinde birçok mucize ve delili barındırmaktadır. Hz. Peygamber'in bir gecede Mescid-i Haram'dan Mescid-i Aksa'ya gidip gelmesi, kervanın ne zaman ve nereden geleceğini haber vermesi bu mucizelerden bazısıdır. Hz. Peygamber de kendi nübüvvetinin ispatı için İsrâ hadisesini delil olarak öne sürmüş ve ilgili hadiseyi Rabbine nispetle okunan bir ayet olarak sunmuştur. Aslında Hz. Peygamber'in kendi nübüvvetini/davasını ispat etmeyecek bir delili öne sürmesi olanaksızdır. Zira o dönemde Hz. Peygamber'in kusurunu arayan Kureyş, Yahudiler ve Hristiyanlar mevcuttur ve onlar da bu haberi işitmişlerdir. Kureyş, Beytü'l-Makdis'e yürüyerek gitmenin iki ay süreceğini, oraya bir gecede nasıl gidildiğini, bunun ispatı için Peygamber'in bir kanıt sunması gerektiğini, Şam'a giden kervanı sorarak onu yoklamaları, ardından Hz. Peygamber'in kervanın geleceğini söylediği vakitte o mekâna gidip kervanın hangi yönden ve hangi vakitte geleceğini araştırmaları, kervandakilere su kabını sormaları Kureyş'in zekâsını ve meseleyi ne kadar ciddiye aldığını ortaya koymaktadır. Esasen Kureyş akıllı bir kimsenin sorması gereken bütün soruları Hz. Peygamber'e yöneltmiştir. Hz. Peygamber'in Rabbine nispetle İsrâ ayetlerini getirmesi ve bu konuyu herkese açması bu delilin ispatlanabilir olmasını gerektirmektedir. Nitekim Hz. Peygamber de bu hadisenin ispatı için kervanın ne zaman ve nereden geleceğinden, kervandaki devenin ürkmesinden ve üstü kapalı su kabından bahsetmiştir. Bütün bunlar İsrâ hadisenin gerçekliğini açıkça ortaya koymuştur. Bu meseleyi detaylı bir şekilde araştıran da İsrâ hadisesinin belirtildiği şekilde gerçekleştiğini yakînî bilgi ile bilir (Abdülcebbâr, 2017:118-120; tsz.: 48-50).

İsrâ kelâm âlimleri tarafından mucize olarak kabul edilmekle birlikte kelâm eserlerinin birçoğunda olayın Hz. Peygamber'in hissi mucizeleri arasında zikredilmemesi oldukça dikkat çekicidir. Aslında hissi mucizeler, gerçekleşme amacı yönüyle insanlar tarafından müşahede edilmesi gereklidir. Fakat gerek isrâ gerekse de mirac sadece Hz. Peygamber tarafından müşahede edilmiştir. Bu hususu Kur'an ve hadisler bizlere haber vermektedir. Esasen klasik mucize ölçüleri dışında Hz. Peygamber'in manevi dünyasında vuku bulan bu hadise, ona güç vermek, moral motivasyonu artırıp teselli etmek amacına matuf olduğu anlaşılmaktadır. Nitekim o yıllarda Hz. Peygamber, en büyük destekçisi olan amcası Ebû Talib'i ve sırdaşı Hz.

Hatice validemizi kaybetmiş ve müşriklerin boykotuna maruz kalmıştır. Bunun üzerine o, Mekke'den çıkış için bir yol aramıştır. Hicret için ilk düşündüğü yer olan Taif'te de acı hadiselerle karşı karşıya kalması onu derinden yaralamıştır. Bütün bu yaşananlardan sonra gerçekleşen isrâ olayı ile Hz. Peygamber hem Allah'ın azamet ve kudretini görmüş hem de manevi açıdan desteklenerek bundan sonraki yaşayacağı süreç için hazırlanmıştır (Yavuz, 2020: XXX/134; Kadî İyaz, 1304: 151).

Sonuç

Peygamberlerin davetine muhatap olan toplumlar, onlardan nübüvvet iddialarının ispatını talep etmişlerdir. Peygamberler bu taleplerin karşılığında farklı deliller öne sürmüşlerse de nübüvveti inkâr eden değişik gruplar her zaman var olmuştur. Bu bağlamda kelâmcılar nübüvveti ispat etmek için bazı argümanlar ortaya koymuşlardır. Onlar, bilhassa peygamberlerin elinde zuhur eden ve insanların benzerini getirmeye muktedir olamadıkları mucizeler yoluyla onların doğruluğunu ispat etmeye çalışmışlardır. Onlara göre şartlarına uygun olarak meydana gelen mucize, nübüvvetin ispatı için yeterlidir. Allah da vahyin ve peygamberliğin kabulü için her peygambere birtakım mucizeler vermiştir. Sağduyulu herkesin güzel söz, fiil ve ahlaklarıyla kendilerini tanıyabileceği peygamberler, nübüvvet iddialarının delili olarak tabiat kanunlarını aşan mucizeler ortaya koymuşlardır. Böylelikle peygamberler Allah tarafından görevlendirildiklerini kanıtlamışlardır.

Hz. Peygamber'in en büyük mucizesi Kur'an'dır. Tek başına Kur'an onun nübüvvetinin ispatı için kâfidir. İsrâ hadisesine gelince, bu olay, ayetlerle sabittir, bu yüzden inkârı mümkün değildir. Birçok sahih hadislerde de bu olaydan haber verilmektedir. İsrâ hadisesi kendi içinde birçok mucizeyi içermektedir. Hz. Peygamber'in bir gecede Mescid-i Haram'dan Mescid-i Aksa'ya gidip gelmesi, kervana ilişkin kendisine yöneltilen sorulara yanıtlar vermesi bu mucizelerden bazısıdır. Kanaatimizce isrâ hadisesi, her ne kadar Hz. Peygamber'e güç ve teselli verme yönüyle öne çıkarılmış olsa da Kâdî Abdülcebbar'ın da isabetle belirttiği üzere Hz. Peygamber'in nübüvvetini ispat etme amacı taşıyan bir mucize olarak da değerlendirilebilir. Zira Müşriklerin bu olaya ilişkin soruları, itirazları ve onlarla yapılan tartışmalar da bunu göstermektedir. Yaşadığı hârikulâde olayı, insanlara aktarmaması yönündeki uyarılara rağmen Hz. Peygamber Kureyş'e aktarmış, onlar da bu haberin doğru olup olmadığı tespit etmek için Hz. Peygamber'e bazı sorular sormuş, bu doğrultuda araştırmalar yapmışlardır. Sonuçta yaptıkları tetkikler Hz. Peygamber'in sözlerini doğrulamıştır. Nihayetinde isrâ hadisesi Hz.

Peygamber'in doğruluğunun anlaşılmasına ve onun tebliği ettiği ilahi mesajının kabul görmesine katkı sağlamıştır.

KAYNAKÇA

Arslan, İ., (2018). "İsrâ Olayı ve el-Mescidü'l-Aksa", *Recep Tayyib Erdoğan Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi*, sayı:13, ss. 43-79.

Topaloğlu, B.-Çelebi, İ., (2013). *Kelam Terimleri Sözlüğü*, Ankara.

Kâdî Abdülcebbâr, (2017). *Tesbîtü Delâilin'n-Nübüvve,* (ter. M. Şerif Eroğlu, Ömer Aydın), İstanbul.

Kâdî Abdülcebbâr, (tsz.) *Tesbîtü Delâilin'n-Nübüvve,* (tah. Abdülkerim Osman), Beyrut.

Kadî İyaz, (1304). *eş-Şifâ*, İstanbul.

Yavuz, S.S., (2020). "Mirac", *DİA,* XXX, Ankara, ss.132-135.

http://www.siyervakfi.org/dokuman/kuran-cografyasi-mekke/ders18-prof-dr-cagfer-karadas.pdf.(30.10.2018)

RAWLSÇU ADALET ANLAYIŞI NE KADAR EŞİTLİKÇİ? FEMİNİST BİR DEĞERLENDİRME

Tuba İLHAN DALAR
Kilis 7 Aralık University, Faculty of Social Sciences and Humanities, Department of Philosophy, 84 Merkez, Kilis
ORCID: 0009-000-7284-5395

ÖZET

John Rawls'un yirminci yüzyıl çağdaş siyaset felsefesinin en önemli düşünürlerinden biri olduğu konusunda geniş bir görüş birliği vardır. Özellikle Rawls'un *Bir Adalet Teorisi* (*A Theory of Justice,* 1971) adlı eseri son derece etkili ama aynı zamanda yoğun bir şekilde eleştirilerin odağına düşmüş bir teoridir. Bu eleştirilerin bir kanadı da Feminist düşünürlerden gelmektedir. Feministler, Rawls'un adalet ilkelerini esas alarak hem liberal hem de diğer farklı feminist yaklaşımlardan (radikal ve bakım etiği gibi) eleştiriye tabi tutmuşlardır. Bu çalışmada ise, Rawls'un adalet anlayışının ne ölçüde eşitlikçi olduğunu feminist felsefenin eleştirel perspektifi üzerinden değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Rawls'un *Adalet Teorisi*'nde geliştirdiği adalet ilkeleri, temel hak ve özgürlüklerin eşitliği ile toplumsal ve ekonomik eşitsizliklerin en az avantajlıların yararına düzenlenmesini hedefleyen güçlü bir normatif çerçeve sunar. Bununla birlikte feminist kuramcılar, Rawlsçu adalet anlayışının cinsiyet temelli yapısal eşitsizlikleri yeterince hesaba katmadığını ileri sürmektedir. Bu bağlamda çalışma, Rawls'un "kamusal alan" ile "özel alan" arasında kurduğu ayrımın, özellikle aile, bakım emeği ve toplumsal cinsiyet rolleri gibi alanlarda ortaya çıkan adaletsizlikleri görünmez kıldığı iddiasını tartışmaktadır. Bu çalışma, Susan Moller Okin başta olmak üzere liberal ve bakım etiği temelli feminist yaklaşımlar ışığında Rawlsçu adaletin sınırlarını analiz etmekte; sonuç olarak Rawls'un teorisinin biçimsel eşitlik açısından güçlü olmakla birlikte, toplumsal cinsiyet eşitliğini tam anlamıyla temellendirmede yetersiz kaldığını ileri sürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Rawls, cinsiyet, adalet, eşitlik, liberal feminizm

TO WHAT EXTENT IS RAWLSIAN JUSTICE EGALITARIAN? A FEMINIST ASSESSMENT

ABSTRACT

There is widespread agreement that John Rawls is one of the most important thinkers in twentieth-century contemporary political philosophy. His work, *A Theory of Justice* (1971), is particularly influential but has also been the target of intense criticism. One branch of this criticism comes from feminist thinkers, who have subjected Rawls's principles of justice to scrutiny from both liberal and other feminist approaches (such as radical and care ethics). This study aims to evaluate the extent to which Rawls's understanding of justice is egalitarian from a critical feminist perspective. The principles of justice developed in Rawls's *Theory of Justice* offer a strong normative framework that aims for the equality of fundamental rights and freedoms and the regulation of social and economic inequalities in favour of the least advantaged. However, feminist theorists argue that Rawls's understanding of justice does not adequately account for gender-based structural inequalities. In this context, the study discusses the claim that Rawls's distinction between "public" and "private" spheres renders injustices invisible, particularly in areas such as family, care work, and gender roles. Analysing the limitations of Rawlsian justice in light of liberal and care ethics-based feminist approaches, primarily those of Susan Moller Okin, this study argues that while Rawls's theory is strong in terms of formal equality, it falls short in fully establishing gender equality.

Keywords: Rawls, gender, justice, equality, liberal feminism

1. GİRİŞ

Bu çalışmanın amacı, John Rawls'un *Bir Adalet Teorisi* (A Theory of Justice, 1971) adlı eserinde geçen temel adalet ilkelerini ve kavramlarını incelemek ve özellikle liberal feministler tarafından eleştirilen Rawlsçu adalet anlayışının sınırlarını belirlemektir. Ayrıca bu bağlamda, Rawls'un teorisin toplumsal cinsiyet eşitliğini tam anlamıyla temellendirmede nasıl yetersiz kaldığını açıklamaktır.[4] Çalışmamıza geçmeden önce Rawls'un yirminci yüzyıl çağdaş siyaset felsefesindeki önemine kısaca değinmek yararlı olacaktır. Rawls, adalet teorisinde öne sürdüğü hakkaniyet olarak adalet (*justice as fairness*) fikri ile, adil toplumu oluşturacak kişilerde, ahlaki yetilerinin ve işbirliğinin hakkaniyetli koşullarını belirten ve makul adalet prensiplerini

[4] Bu çalışmanın kapsamı, Rawls'un erken dönem eseri olan *Bir Adalet Teorisi* ile sınırlandırılmış olup, feminist eleştiriler sadece bu eser bağlamında değerlendirilmiştir.

kavramalarını ve bu koşullara göre hareket etmelerini sağlayan adalet duygusu kapasitesinin varlığını öngörmektedir (Tosun, 2010, s. 91).

Çalışmanın birinci bölümünde, Rawls'un adalet teorisini temellendirmeden ortaya çıkardığı kavramsal çerçeveyi sunmak ve değerlendirmektir. İkinci bölümde, adalet ilkelerini gerekçelendirmesinde Rawls'un düşünsel deneyim (*thought experiment*) olarak adlandırdığı başlangıç durumu (*original position*) ve cehalet peçesi (*veil of ignorance*) kavramlarından kısaca ne anladığına değinilmektedir. Bu kavramlar arasındaki bağlantılar yapıldıktan sonra bu çalışmanın üçüncü bölümün konusu olan liberal feminist yaklaşımlarının temel kavramlarından biri olan "eşitlik" "adalet ve toplumsal cinsiyet eşitsizliği incelenmektedir. Dördüncü bölümde, toplumsal cinsiyet eşitsizliğin ve adalet ilkelerinin nasıl ortaya çıktığı ve bunun Susan Moller Okin'in *Gender, Justice and the Family* (1989) adlı eserindeki görüşleri ile nasıl ifade edildiği incelenmiştir. Son olarak, Rawls'a yönelik eleştiriler dile getirilmektedir, Rawlsçu eşitlikçi liberal temelli adalet anlayışına karşı liberal feminist Okin'in eşitlik ilkesine dair karşılaştırmalı bir analizi yapılmaktadır.

2. RAWLS VE EŞİTLİKÇİ LİBERAL (*EGALITARIAN LIBERAL*) ANLAYIŞ

2.1. Rawls ve *Bir Adalet Teorisi*

John Rawls'un 1971 yılında kaleme aldığı *Bir Adalet Teorisi* eseri hem ahlak felsefesi hem de siyaset felsefesi üzerine yazılmış bir eser olup ve yirminci yüzyılın en önemli eseri olarak kabul edilir. Rawls bu çalışmasında, faydacılığa (utilitarianism) alternatif bir ahlak kuramı sunmayı ve toplumdaki kaynakların sosyal açıdan adil dağılım sorununu ele almayı amaçlamaktadır (Rawls, 1999, s. xi). Rawls'un teorisi Kantçı deontolojik ahlak felsefesini siyaset felsefesinin liberal geleneği içine yeniden gündeme getirerek ve geleneksel sosyal sözleşme teorisinin bir varyantını kullanır.

Rawls'un çalışmaları en başından beri şu soruyla yönlendirilmiştir: "Demokratik bir toplum için en uygun ahlaki adalet anlayışı nedir?" (Rawls, 1999, s. xiii). Teoride, bu soruyu sosyal adaletin doğası ve insan doğasıyla ve kişinin iyiliğiyle uyumluluğu üzerine daha genel bir araştırmanın parçası olarak ele aldı. Burada Rawls, modern ahlak felsefesindeki faydacılığın egemenliğini düzeltmeyi amaçladı. Faydacılığa bir alternatif olarak, Rawls, sosyal sözleşme geleneğinden yararlanarak, "doğası gereği oldukça Kantçı" bir adalet anlayışı geliştirdi (Rawls, 1999, s. xviii). Bu anlayışa göre, adalet genellikle temel sosyal kaynakların – özgürlük ve fırsat, gelir ve servet ve öz saygının temelleri – eşit olarak dağıtılmasını gerektirir; eşitsiz bir dağıtım herkesin yararına olmadığı sürece (Rawls, 1999, s. 54; Freeman, 2003, ss. 1-2). Ancak elverişli sosyal koşullar altında, "hakkaniyet olarak adalet" adı verilen özel bir anlayış geliştirir; bu

anlayış, liberal anayasal demokrasinin kurumları aracılığıyla belirli özgürlüklere ve fırsatlara öncelik verilmesini gerektirir. Rawls'un iki adalet ilkesi, belirli önemli özgürlüklerin herkese eşit olarak sağlanmasını, bu "temel" özgürlüklerin toplam sosyal refah ve mükemmeliyetçi değerlerden öncelikli olmasını, "adil" fırsatların tüm vatandaşlara eşit olarak sağlanmasını ve gelir, servet ve sosyal konum farklılıklarının toplumun en dezavantajlı üyelerine en fazla faydayı sağlayacak şekilde yapılandırılmasını gerektirir (Freeman, 2003, s.3).

Hakkaniyet olarak adalet adını verdiği iki temel adalet ilkesini ortaya koyar. Rawls gerek ilk eserinde gerekse de ilk eserine yönelik yapılan eleştirileri göz önünde buldurup kaleme aldığı son eserlerinde (*Political Justice* (1993) ve *Justtice as Fairness: A Restatement* (2001)) temel ve değişmeyen iki adalet ilkesinden bahseder; bu adalet ilkeleri ise şunları içermektedir:

> (a) Herkes için aynı özgürlükler şemasıyla uyumlu eşit temel özgürlüklerin tam ve yeterli şemasına yönelik aynı reddedilemez eşit hakka sahip olmalıdır; ve
>
> (b) Sosyal ve ekonomik eşitsizlikler iki koşulu yerine getirmelidir: birincisi, hem en az dezavantajlı olanların an büyük yararına olacak şekilde hem de adil fırsat eşitliği koşulları altında herkese açık olan makam ve mevkilere bağlı olacak şekilde düzenlenmelidir; ikincisi, toplumun en az avantajlı üyelerinin en büyük yar (fark ilkesi) (Rawls, 1999, s.266).

Rawls toplumsal fırsatların ve özgürlüklerin, her vatandaş için adil bir şekilde dağıtılmasını sosyal bir özgürlük ideali olarak görür. Bu bağlamda Rawls'ta fırsat eşitliğini, toplumda dezavantajlı durumda olan kişilerin maksimum faydasına olacak şekilde düzenlenmesini savunmaktadır. Dolayısıyla sosyal ve iktisadi eşitsizlikler, en kötü durumdaki kişilerin yararına göre düzenlenmelidir. Rawls'a göre adaletin, toplum için hakkaniyetli bir durum dâhilinde neyin adaletli olduğuna dair herkes için temel özgürlüklerin en geniş anlamda tesis edilmesiyle birlikte, sosyal ve ekonomik eşitsizliklerin giderilerek en dezavantajlı kesimlerin yararına olmalıdır. Sosyal hayatta, insanlar arasında adil fırsat eşitliği ilkelerine uygun biçimde herkese açık mevki ve görevlerin sağlanması da sosyal adaletin dağıtımı için gereklidir (Campbell, 2008, s. 20). Çünkü Rawls'un adalet ilkesinde eşit temel özgürlükler bulunmaktadır. Bu özgürlükler, politik özgürlükler yani seçme ve seçilme hakkı, konuşma ve toplantı yapma hakkı, vicdan özgürlüğü ve düşünce özgürlüğü olarak belirtilir. Rawls'un özgürlüğün önceliğinde anladığı şey, eşit temel özgürlüklerin teminidir. Ona göre genel refah düzeyi yükseldikçe, geriye sadece daha az acil ihtiyaçlar kalır ve aynı zamanda eşit özgürlüklerin uygulanması önündeki engeller kalkar. Nihayetinde Rawls, toplumsal adalet ilkelerini toplumun çeşitli sektörleri arasındaki toplumsal ve ekonomik farklılıkların giderilmesinde önemli bir araç olarak görür (Hünler, 1997, ss. 99-102).

Rawls'un adalet teorisinde ortaya koyduğu devrim niteliğindeki fikirlerini anlayabilmek için, şimdi orijinal konum ile cehalet perdesi veya peçesi kavramlarına geçmek gerekir.

2.2. Başlangıç Durumu (*Original Position*)

Varsayımsal bir anlaşmaya başvurmak (hypothetical agreement) – insanların belirli koşullar altında neye razı olabilecekleri veya olacakları konusunda – toplumsal sözleşme doktrininin bir özelliğidir. Toplumsal sözleşmeciliğin önde gelen tarihsel savunucularından hiçbiri (Hobbes, Locke, Rousseau ve Kant), mevcut statükoyu yasalar ve toplumsal kurumlar konusunda anlaşmaya varmak için uygun bir bakış açısı olarak görmemişlerdir. Buradan hareketle Rawls, adil bir toplum kurmak isteyen insanların bir araya geldikleri bir varsayımsal buluşmayı "başlangıç pozisyonu/durumu" olarak adlandırdığı bir düşünce deneyimi tasarlar. Ancak katılımcıların, mevcut koşulların etkisinden soyutlamak için Rawls, "cehalet peçesi veya bilgisizlik perdesi olarak adlandırdığı şeyin arkasında konumlandırarak, toplumsal statülerine dair hiçbir fikirleri bulunmamaktadır. Bu durum zengin, fakir, kadın, erkek, dindar veya ateist olup olmadığınıza dair veya iyi yaşam fikrinizin neye benzediğini dahi bilmediğiniz anlamına gelmektedir. Rawls, cehalet peçesi ardından konumlandırdığı bu başlangıç durumundaki kişilerin, gerçekten tarafsız olacakları için toplumu yönetmek için adil bir kurallar dizisi oluşturabileceklerini savunmaktadır. Rawls'un bu düşünce deneyi, toplumun ve onu yöneten kuralların nasıl ortaya çıktığı ve ahlaki olarak nasıl gerekçelendirilebileceği üzerine uzun bir felsefi düşünce geleneğine dayanmaktadır. Mevcut koşulların etkisinden soyutlanmak için Hobbes, Rousseau ve Locke gibi düşünürler, genel anlaşmanın varsayımsal bir doğa durumunun siyaset öncesi (ve Hobbes için sosyal öncesi) koşullarında gerçekleştiğini tasarlayarak, insanlar her bireyin yalnızca kendi çıkarlarıyla yönetildiği bir doğal duruda yaşıyorlardı. Dolayısıyla, diğer herhangi bir sözleşme gibi, doğal bir durumdaki toplumsal sözleşme de taraflarının kendileri ve başkalarının durumları hakkındaki bilgilere erişiminden etkilenmektedirler (Freeman, 2003, s. 11). Bilgisizlik perdesi, Rawls'un iddia ettiği gibi, adalet ilkelerine ilişkin karar vermede ahlaki açıdan önemsiz olan bilgileri dışlar. Bu nedenle Rawls'un adalet teorisi genellikle "hakkaniyet olarak adalet" adlandırılmaktadır. Rawls'un teorisini detaylandırmak için Okin, "adalet olarak eşitlik, üyelerinin varsayımsal olarak, yapının hangi yerinde olacaklarını bilmedikleri bir konumdan yapı ve kuralları kabul edebilecekleri kurumları karakterize eder" diye açıklıyor (Okin, 1989, s. 94). Bu, tam olarak orijinal konumun gerektirdiği şeydir; yani, bu konumdaki bireylerin, toplum yapısında nerede yer alacaklarını kimse bilmediği için, herkes için mümkün olduğunca adil olacak sonuçları seçtikleri varsayımsal bir konumdur. Kimse dezavantajlı olmak istemez; herkes için adil sonuçlar

seçildiğinde, kimse toplumda dezavantajlı bir konumda olmaktan endişe etmek zorunda kalmaz (Rawls, 1999, s. 16; Arsenault, 2016, s.5). Sonuç olarak, orijinal pozisyonun koşulları, temel özgürlüklerin eşitliğini garanti eden belirgin liberal ilkelerle sonuçlanmaktadır.

Kısaca, orijinal konum onun sosyal sözleşme argümanıdır: "Eşitliğin orijinal konumu, geleneksel sosyal sözleşme teorisindeki doğa durumuna karşılık gelir" (Rawls, 1999, s. 12). Thomas Hobbes ve John Locke gibi sosyal sözleşme teorisyenlerinin düşüncesine benzer şekilde, Rawls'un orijinal konumu "her şeyden önce neyin adil olduğunu düşünmek" için bir düşünce deneyidir (Hirshman, 1994, s. 1879).

3. LİBERAL FEMİNİZİM: SUSAN MOLLER OKIN

3.1. Liberal Feminist Yaklaşım Bağlamında "Eşitlik" Kavramı

Birinci dalga feminizmin başlıca yaklaşımlarından biri olan liberal feminizm, diğer feminist yaklaşımlardan (radikal feminizm, sosyalist feminizm, kültürel feminizm ve varoluşçu feminizm gibi) farklı olarak esasen *fırsat eşitliği* ve *bireysel özgürlük* taleplerine odaklandığı için, bu dönem liberal feminizmin belirleyici olduğu bir dönem olarak kabul edilmektedir. Feminizmin ilk dalgası olan liberal feminist hareketin temel amacı ise, kadınların oy hakkı ve iş gücüne katılımlarını sağlamaktır (Güriz, 2022, ss. 16-17).

Liberal feminizm Avrupa'da 17. ve 18. yüzyıllarda, özellikle Mary Wollstonecraft'ın 1792 yılında yayımlanan *Kadın Haklarının Gerekçelendirilmesi* (A Vindication of the Rights of Woman)[5] eseri ile feminist teorisyenlerin Aydınlanma'nın doğuştan gelen insan aklına inancını kabul ederek, kadınların erkeklerle eşit ölçüde akıl yetisine sahip olduklarını savunmalarıyla ortaya çıkmıştır (Donovan, 2000, s. 22; Stone, 2015, ss. 24-25). Bu nedenle liberal feministler, kadınların eşit bir eğitime ve mülkiyet haklarında eşitliği, ekonomik bağımsızlığı ve kariyer sahibi olmayı hak ettiklerini savunmaktadırlar.[6]

[5] Ayrıca bu eser, Wollstoncraft'ın J. J. Rousseau'nun *Emile* (2011) adlı eserine de gönderme yaparak, onun erkek ve kadın arasındaki eğitim farlılıklarına değinmesine ve cinsiyete dayalı bir eğitim sunduğu için eleştirilerinin merkezinde yer almıştır. Rousseau kadınların nasıl eğitim ve terbiye alması gerektiğinin erkeğe göre belirlenmesinin önemine vurgu yapmaktadır. Ancak Wollstoncraft, Rousseau'nun cinsiyet ayrımcılığına dayalı eğitim anlayışını eleştirerek şunları söyler: "bana göre Roussseau'dan Dr. Greory'ye dek kadın eğitimi ve davranışı üstüne yazmış tüm yazarlar, kadının toplumda normalde olacağından daha yapay, daha zayıf karakterli ve sonuçta daha faydasız kılınmasına katıda bulunmuştur…İtirazım, insan türünün yarısını küçük düşürdüğünü ve tüm esaslı erdemleri gözden çıkarma pahasına kadınları latif kıldığını düşündüğüm kitapların tümünedir" (Wollstonecraft, 2019, s.20).

[6] Özellikle 19. yüzyılda kadınlara eşit haklar için yürütülen liberal feminist mücadeleler sanayileşmekte olan ülkelerin çoğunda hız kazandı ve oy hakkı için verilen mücadeleler karşılık buldu. Örneğin, kadınlar eşit oy haklarını Yeni Zelanda'da 1894, Birleşil Krallık'ta 1928 ve Fransa'da 1944'te elde ettiler (Stone, 2015, s. 25).

Liberal feminizmde eşitlik, kadın ve erkeklerin siyasal, hukuki ve toplumsal alanlarda aynı hak ve özgürlüklere sahip olması anlamına gelir. Örneğin, Wollstonecraft "özgürlük" kavramına vurgu yaparak şunları ekler: "özgürlük sağlam politikalarla pay edilmeye başladığında, kadınlar da dahil tüm insanlık daha fazla irfan ve erdem sahibi olacaktır" (Wollstonecraft, 202019, s. 47). Ayrıca Wollstonecraft erdem için özgürlüğün varlığını temel bir prensip olarak görür; "eğer bir kadın, bizzat yaratılışı gereği köleyse ve özgürlüğün o keskin, canlandırıcı havasını solumaya hakkı yoksa, egzotik güzellikler gibi canlılığını yitirmeyi ve doğanın hoş bir kusuru olarak görülmeye mahkûm" olacağını belirtmektedir. (Wollstonecraft, 202019, s. 46). Buradan hareketle, liberal feministler, bireyleri *rasyonel özneler* ve *özerk* olarak görmektedir ve toplumsal cinsiyetin, bireylerin kamusal alana eşit katılımını engelleyen herhangi bir yaptırımın olmaması gerektiğini kabul etmektedirler. Bu yüzden kadının özel alan ile sınırlı kalmasına karşı çıkarak, özne birey olarak kendini geliştirecek potansiyele sahip olması gerektiğini savunmaktadır. Nihayetinde, liberal feminizm için eşitlik, sadece hukuki eşitlik ilkesini değil, aynı zamanda eğitim ve siyasal temsil gibi alanlarda gerçek/fiili eşitliğin de sağlanmasını da içermektedir.

Bu bağlamda liberal feminist eşitlik ve özgürlük temelli anlayış, cinsiyete dayalı ayrıcalıkların ve ayrımcı uygulamaların ortadan kaldırılmasını, devletin ve kurumların eşit hak ve fırsat garanti altına alan düzenleyici bir rol üstlenmesini gerekli görmektedir.

3.2. Adalet, Toplumsal Cinsiyet ve Aile: Okin

Çağdaş liberal feminist hareketin önde gelen temsilcilerinden biri olan Susan Moller Okin, 1979 yılında yayımlanan *Batı Siyasi Düşüncesinde Kadınlar* adlı eserinde Batı siyaset felsefesinde kadın algılarının tarihsel seyrini ayrıntılı biçimde incelerken; 1989'da yayımlanan *Adalet, Toplumsal Cinsiyet ve Aile* (Justice, Gender and the Familiy) adlı çalışmasında ise çağdaş siyasal adalet düşüncelerini kapsamlı bir şekilde eleştiriye tabi tutar.[7] Okin'e göre Rawls da diğer çağdaş siyaset teorisyenleri gibi *Adalet Teorisi* adlı kitabında geliştirdiği adil toplum anlayışında, genel erkek öznesine vurgu yapmaya dikkat ettiği ve bu sebeple "cinsiyet ayrımcılığı" yaptığını savunmuştur. Bununla birlikte, Rawls, başlangıç durumunda, bilgisizlik peçesi altında, katılımcıların sosyal durum, sosyal statü, doğal yetenekler ve iyi düşünce gibi gerçek yaşamla ilgili birçok özelliklerinden habersiz oldukları varsayılmaktadır.

[7] Bu çalışmalarında Okin, çağdaş adalet kuramcılarının fikirlerine yer vererek (Rawls'un eşitlikçi liberalizmini, Robert Nozick'in özgürlükçü ve cemaatçilerin (Alasdair MacIntyre ve Michael Walzer) toplulukçu düşünceleri gibi) feminist bir bakış açısıyla detaylı bir şekilde eleştirmektedir. Ancak bu çalışmamızda Okin'in sadece Rawls'un liberal adalet teorisine yönelik geliştirdiği eleştirilerine yer verilecektir.

Ancak bu noktada feministler, Jane English'in 1977 yılında "Justice Between Generations" adlı makalesi ile *Adalet Teorisi* ile ilgilenmeye başlandı. English bu çalışmasında, Rawls'un nesiller arası adalet sorununun, başlangıç konumundaki tarafları bireyler yerine, aile reisleri yaparak ele alma girişimine yanıt vermektedir. English ayrıca, başlangıç durumundaki tarafların bireyler yerine aile reisleri yapmak, Rawls'un aile içindeki adalet anlayışına da bozmaktadır ve başlangıç durumunda cinsiyetçi ilkleri meşrulaştırabilmektedir (English, 1977, ss. 91-94; Abbey, 2013, ss. 3-4). Ayrıca English, aile söz konusu olduğunda Rawls ve Hegel arasında bir benzerlik vurgusu yaparak, Rawls'un da tıpkı Hegel gibi aileyi adalet kavramından ziyade sevgi ve şefkat alanı olarak tasvir edildiği görülmektedir (English, 1977, 95). English gibi, Okin de Rawls'un başlangıç durumundaki kişileri aile reisleri olarak tasvir etmesinin, feminizm için zararlı olabilecek geleneksel bir özel – kamu ayrım anlayışının yansıttığından endişe duymaktadırlar.

Ek olarak, Okin, Carol Gilligan'ın 1982 yılında kaleme aldığı yapıtıyla beraber, *In a Different Voice: Psychological Theory and Women's Development*, alevlenen "bakım etiği" ve "adalet etiği"[8] arasındaki tartışmaların merkezine Rawls'un adalet teorisindeki düşüncelerini de ele almaktadır. Okin'e göre, Rawls'un ahlaki psikolojiye yaklaşımı rasyonalist, bireyci ve soyut olarak kolayca okunabileceğinden, adalet etiği kategorisine daha yakın görünmektedir (Okin, 1989, s.230). Bununla birlikte Okin, adalet hakkındaki düşüncesinin merkezinde "başkalarına karşı sorumluluk ve bakım" tespit eder ve "empati ve iyilik gibi duyguların, onun adalet ilkelerinin temelini oluşturduğunu ısrarla vurgulamaktadır (Okin, 1989, ss. 236-238).

Bu bağlamda Okin, 1989 tarihindeki Rawls'un *Adalet Teorisi* eserine kapsamlı bir feminist yanıt vermektedir. Okin, özelikle kitabın 5. Bölümünde "Justice as Fairness: For Whom?" (Hakkaniyet olarak Adalet: Kimin için?), Rawls'un teorisini hedef alarak feminist bir değerlendirme geliştirmiştir. Okin, bu başlıkla beraber Rawlsçu hakkaniyet olarak adalet anlayışının *kimin için geçerli olduğu* sorusunu merkeze alarak eleştirilerinin kapsamını derinleştirmiştir. Okin'in ilk itirazı, *Adalet Teorisi*'nin "modern liberal toplumun derinlemesine ve yaygın bir şekilde cinsiyet temelli bir yapı sergilediğini ortaya koymakta yetersiz" kalmasıdır (Okin, 1989, s. 89). Cinsiyetin ihmal edilmesi, Rawls'un başlangıç durumundaki tarafların cinsiyetlerinden haberdar olmayacaklarını açıkça şart koşmamasında da kendini göstermektedir (Okin, 1989, s. 91). Aslında, Okin, Rawls'u adalet teorisine aileyi dahil ettiği için takdir etmekle

[8] Kısaca adalet etiği kavramı; tün insanların adil ve eşit muamele öngörmesini sağlamak amacıyla, evrensel ilke ve kurallar temelinde, tarafsız ve doğrulanabilir bir şekilde etik kararlar alınmasını öngören bir etik bakış açısıdır.

birlikte, bu umut verici başlangıcın aile içindeki adalet ve eşitliğin neyi gerektirdiğine ilişkin tutarlı bir kuramsal çerçeveye dönüştürülmediğini vurgulamaktadır. Çünkü Okin'e göre, her ne kadar Rawls'un teorisi evrensel ve kapsam temelli görünse de başlangıç durumunda erkek deneyimini esas alarak, kadınların ve aile içindeki eşitsizliklerin hesaba katılmadığı bir adalet anlayışı sunmaktadır.

4. RAWLSÇU EŞİTLİKÇİ LİBERALİZMİNE KARŞI FEMİNİST LİBERALİZM: SUSAN MOLLER OKIN

Rawls'un *Adalet Teorisi* birçok durumda büyük bir övgü niteliği taşıdığı gibi aynı zamanda yoğun bir eleştiriyi de beraberinde getirmiştir.[9] Çalışmamızın bu aşamasında Rawls'a yönelik feminist yaklaşımlar tarafından geliştirilen eleştirilere yer verilecektir. Çünkü feminist eleştirilere göre, Rawls'un teorisi eşitlik temelli bir liberal düşünce açısından güçlü bir zemin sağlar iken, kadınların toplumdaki aşağılanmasının hesaba katılmamasına, toplumsal cinsiyet eşitsizliklerini yapısal düzeyde analiz etmekte yetersiz görülmüştür. Özellikle, Rawls'un teorisi aile kurumunu dikkate alınmamasından dolayı eleştirilmiştir (Okin, 1989; Arsenault, 2016, s. 4). Zira kadınların gündelik yaşam deneyimlerini ve aile içindeki yapısal eşitsizlikleri hesaba katmadığından, gerçekten *herkes için* geçerli bir adalet teorisi olma iddiasını karşılayamamaktadır.

Rawls'a yönelik bir diğer feminist eleştiri ise Rawls'un "adil fırsat eşitliği" ilkesine yöneliktir. Rawls adil fırsat eşitliği ilkesini, adil toplumun en önemli özelliklerinden biri olarak görmektedir. Bu bağlamda Rawls, hakkaniyete uygun, adil fırsat eşitliği savunarak, toplumda görev ve pozisyonların herkese açık olmasını öngörmektedir. Ancak Okin'e göre adil fırsat eşitliği kadınlar açısından yetersiz görülmektedir, çünkü kadınların annelik, bakım emeği ve ev

[9] Rawls'un adalet teorisine yönelik eleştiriler sadece feminist teorisyenlerle sınırlı değildir. Özgürlükçü liberal (*libertarian liberal*) ve komüniteryen *(communitarians*: muhafazakâr, cemaatçi) yaklaşımlar tarafından da kapsamlı eleştiriler geliştirilmiş olmasına karşın, bu eleştiriler literatürde feminist eleştirilere kıyasla daha yaygın biçimde bilinmektedir. Örneğin Robert Nozick'in *Anarşi, Devlet ve Ütopyası'*nda (1974) bireyin temel haklar teorisi ve biricikliği vurgulanarak, Rawls'un dağıtıcı adalet teorisi eleştirilmiştir. Ancak, Rawls'a yönelik en yaygın bilinen eleştiriler ise cemaatçiler tarafından gelmiştir. Örneğin, Michael Sandel, *Liberalism and the Limits of Justice* (1982) adlı kitabında, liberalizmin bireyi içinde bulunduğu toplumdan bağımsız olarak konumlandırmasını ve köksüz bir benlik yaratmasından dolayı eleştirmektedir. Ayrıca, Sandel'e benzer diğer cemaatçi eleştiriler için bkz: Alasdair MacIntyre, *After Virtue* (1981) ve Michael Walzer, *Spheres of Justice* (1983). Ek olarak Martha Craven Nussbaum da hocası Rawls'un hem düşüncelerinden etkilenmiş hem de eleştirmiştir. Nussbaum ise, "The Moral Status of Animals" (2006) ve *Frontiers of Justice: Disability, Nationality, Species Membership* (2007) çalışmalarında Rawls'un adil bir toplumun olabilmesi için, adil bir düzenin olabilmesine bağlaması gerektiğini ancak çözüme giden yolda bazı açmazlarla karşılaştığı ve onları çözemediğine değinmektedir; örneğin, engelli ve yaşlı bireylerin hakları, hayvanların durumu ve hayvan hakları gibi konular göz ardı edilmiştir. Fakat bütün bu eleştiriler ve yorumlar gösterilmektedir ki, Rawls, adalet teorisi konusunda çalışanlıların hedef noktasına getirilmiştir. Çünkü Rawls'un eserleri ve çağdaş siyaset felsefesine yönelik getirdiği yenilikçi bakış açısıyla kendisinden sonra literatürün ortaya acıkmasına öncülük etmiştir.

içi yükümlülükler sebebiyle yaşadığı yapısal dezavantajlıları hesaba katılmamıştır. Bu sebeple, Okin için, fırsat eşitliği ilkesi kadınlar için avantajlı bir standarda erişmenin yolu, öncelikle aile içindeki iş bölümünün değişmesi ile mümkün olabileceğini savunmaktadır.

SONUÇ

Sonuç olarak, Okin ve diğer liberal feministler tamamen Rawlsçu hakkaniyet olarak adalet anlayışını reddetmemektedir. Ancak, Okin'e göre, Rawlsçu eşitlik temelli liberal adalet teorisi, aile içindeki toplumsal cinsiyet eşitsizliklerini hesaba katmadığı için aktif olarak erkekleri merkeze alan ve kadınların adaletin tam öznesi olmaktan öteleyen bir teoridir. Aslında Rawls'un başlangıç durumu feminist amaçlarla kullanılması konusundan bazı şüpheler de mevcuttur; çünkü bu Rawls'un genel adalet teorisi iddiasından farklı olarak cinsiyetle ilgili bir toplumsal konum olarak ele alınmaktadır ve cinsiyet baskısı hakkındaki bilgiyi cehalet peçesinin ardındakilere atfedilmektedir. Ayrıca son olarak şunu da belirtmekte fayda vardır; Okin, Rawls'un kadınlar hakkındaki sonraki yazılarından tespit ettiği ve Rawls'un adalet olarak eşitlik konusundaki bazı önemli feminist – liberal kaygıları ele almaya büyük ölçüde katkıda bulunduğunu da savunmaktadır. Nihayetinde Okin, Rawls'un adalet ilkelerini aile kurumuna uygulanmasının gerekliliğini önermekle birlikte, aileyi ve toplumsal cinsiyeti kapsayacak şekilde teorisinin tekrar gözden geçirilmesi gerektiğini savunmaktadır.

KAYNAKÇA

Abbey, R. (2013). Biography of a Bibliography: Three decades of feminist response to Rawls. https://www.researchgate.net/profile/Ruth (Erişim Tarihi: 23 Aralık 2025).
Arsenault, C. (2016). A Feminist Critique on the Limits of Rawls. *Mapping Politics*, Vol. 7. 4-16.
Campbell, T. D. (2008). "Adalet", *Modern Toplumsal Düşünce Sözlüğü*, (ed. William Outhwaite), (çev. Melih Pekdemir) İstanbul: İletişim Yayınları, ss. 20-21.
Çağlar Gürey, İ. (2017). Rawls'un Aile Yaklaşımının Eleştirisi, *Kadın/Woman 200 Journal for Women's Studies*. 19 (1). 107-125.
Donovan, J. (2000). *Feminist Teori*, (çev: Aksu Bora, Meltem Ağduk Gevrek, Fevziye Sayılan), İstanbul: İletişim Yayınları.
Freeman, S. (2003). Introduction: John Rawls – An Overview. *The Cambridge Companion to Rawls* (ed. Samuel Freeman). Cambridge University Press: 1-62.
Güriz, A. (2022). *Feminizm, Postmodernizm ve Hukuk* (3. Baskı). Ankara: Phoenix Yayınevi.
Gilligan, C. (2003). *In a Different Voice: Psychological Theory and Women's Development*. USA: Harvard University Press.
Hünler, S. Z. (1997). Rawls ve MacIntyre – İki Adalet Arasında Liberal ve Komunitaryan Düşüncenin Çatışma Alanı, Ankara: Vadi Yayınları.
Hirshman L.R. (1994). Is the Original Position Inherently Male-Superior? *Columbia Law Review*, 94 (6). ss. 1860- 1881.
Nussbaum, M. (2003). Rawls and Feminism. *The Cambridge Companion to Rawls*, der: Samuel Freeman, Cambridge: Cambridge University Press: 488-520.
Rawls, J. (1999). *A Theory of Justice* (Revised Edition) Oxford: Oxford University Press.
Stone, A. (2019). *Feminist Felsefeye Giriş* (İkinci Basım) (çev. Yonca Cingöz, Bilge Tanrısever). İstanbul: Otonom Yayıncılık.

Tosun, C. M. (2010). Liberalizm ve Sosyal Darwinizm Karşısından John Rawls, *Felsefe ve Sosyal Bilimler Dergisi*, sayı 10, 81-94.
Okin, S.M. (1989). *Justice, Gender and the Family*, New York: Basic Books, Inc., Publishers.
Okin, S. M. & Mansbridge, J. (2017). Feminism. A Companion to Contemporary Political Philosophy, (ed. Robert E. Goodin, Philip Pettit, Thomas Pogge) Blackwell Publishing Ltd. 332-359.
Wollstonecraft, M. (2019). *Kadın Haklarının Gerekçelendirilmesi*, (çev. Duygu Akın). İstanbul: Kafka, Epilson Yayınevi.

KANT'IN AHLAK (*MORALITAT)* ANLAYIŞINA KARŞI HEGEL'İN AHLAKİ YAŞAM (*SITTLICHKEIT)* ÖĞRETİSİ

Tuba İLHAN DALAR
Kilis 7 Aralık University, Faculty of Social Sciences and Humanities, Department of Philosophy, 84 Merkez, Kilis
ORCID: 0009-000-7284-5395

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, Kant'ın *Ahlak Metafiziğinin Temellendirilmesi* adlı eserinde vurgulanan ahlak (*Moralität*) anlayışına yöneltilen eleştiriler bağlamında, Hegel'in *Hukuk Felsefesinin İlkeleri*'nde ortaya koyduğu ahlaki yaşam (*Sittlichkeit*) öğretisini eleştirel bir perspektifle incelemek ve anlamaya çalışmaktır. Bu amaçla öncelikle Kant'ın bu eserinde ahlaki eylemin temelini evrensel ve koşulsuz bir buyruk, ödev yasası olarak temellendirirken, *Moralität*'ı büyük ölçüde bireyin içsel niyetine ve iradesine indirger. Ancak Hegel bu yaklaşımın ahlaki yaşamın tarihsel, toplumsal ve somut boyutlarını göz ardı ettiğini iddia ederek, Kantçı ahlaklılığı soyut, formel ve yetersiz olmakla eleştirir. Bu bağlamda Hegel, ahlakın sadece bireyin vicdan ve ödev bilinci düzeyinde değil, aile, sivil toplum ve devlet gibi etik kurumları aracılığıyla somutlaştığını ve gerçekleştiğini savunur. Bu çalışmada, özellikle Kant'ın moralite anlayışı ile Hegel'in *Sittlichkeit* kavrayışı arasındaki temel farklar sistematik bir şekilde analiz edilmekte; Hegel'in ahlaki özgürlüğü toplumsal tanınma ve kurumsal bütünlük içinde temellendirme girişimi ele alınmaktadır. Sonuç olarak çalışma, Hegel'in ahlaki yaşam fikrinin Kantçı ahlak öğretisini aşmayı (*aufhebung*) hedefleyen eleştirel bir alternatif sunduğunu ve ahlakını bireysel ödevden toplumsal pratiklere doğru genişletilmesi bakımından özgün bir felsefi katkı sağladığını ileri sürmektedir. Bu sonuca paralel olarak çalışma, Hegel'in ve onun bazı yorumcularının ileri sürdüğü üzere Kant'ı *aşan* bütünüyle yeni bir ahlaki doktrinin söz konusu olmadığını; aksine Hegel'in, Kantçı ahlak anlayışını dışlamak yerine *sentezci* bir yaklaşımla yeniden yorumladığını dile getirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kant, kategorik buyruk, soyut etik, Hegel, ahlaki yaşam

THE DOCTRINE OF KANT'S MORALITY (*MORALITAT)* VERSUS HEGEL'S IDEA OF ETHICAL LIFE (*SITTLICHKEIT)*

ABSTRACT

The aim of this study is to critically examine and understand Hegel's doctrine of moral life (*Sittlichkeit*), as presented in his *Elements of Philosophy of Right* (1820-1821), within the context of criticisms directed at Kant's understanding of morality (*Moralität*) emphasised in his work *Groundwork of the Metpahysics of Morals* (1785). To this end, it is first noted that while

Kant grounds moral action in a universal and unconditional command, the law of duty, he largely reduces morality to the individual's inner intention and will. However, Hegel argues that this approach ignores the historical, social, and concrete dimensions of ethical life, criticising Kantian morality as abstract, formal, and inadequate. In this context, Hegel contends that morality is not only embodied and realised at the level of the individual's conscience and sense of duty, but also through ethical institutions such as the family, civil society, and the state. This study systematically analyses the fundamental difference between Kant's understanding of morality and Hegel's conception of *Sittlichkeit and* examines Hegel's attempt to ground moral freedom within social recognition and institutional integrity. Consequently, the paper argues that Hegel's idea of ethical life offers a critical alternative aimed at transcending (*aufhebung*) Kantian moral doctrine and constitutes a unique philosophical contribution by expanding morality from the individual duty to social practices. Additionally, the study asserts that, contrary to what Hegel and some of his commentators have claimed, there is no question of an entirely new moral doctrine surpassing Kant; instead of excluding Kantian morality, Hegel reinterprets Kantian morality through a synthetic approach.

Keywords: Kant, categorical imperative, abstract morality, Hegel, ethical life

1. GİRİŞ

Kant'ın *Moralität (*ahlaklılık) kavramı ile Hegel'in *Sittlichkeit* (etik yaşam) kavramı, modern ahlak felsefesinin iki temel konusu olmakla beraber radikal biçimde farklı yaklaşımları da temsil etmektedir. Bu çalışmada önce her bir kavramı kendi bağlamı içinde, sonra da karşılaştırmalı olarak detaylı olarak açıklanmaya çalışılacaktır. Ancak genel tartışmaya geçmeden önce bu iki kavramın etimolojik kökenleri, yapısı ve dilsel çağrışımları bakımından kısaca bahsetmenin faydalı olacağını düşünüyoruz.

Almanca'da "ahlaklılık" anlamında kullanılan "etik," "*Moralität*" ve "*Sittlichkeit*" kelimeleri "custom (gelenek-adet) kelimesinden gelmektedir. Etik (ahlak felsefesi) kavramı Yunanca'da *ethos, Moralität* (ahlaklılık) Latince'de *mos* ve *Sittlichkeit* Almanca'da *Sitte* kelimesinden türetilmiştir (Inwood, 1992, s. 319). Dahası *Sittlichkeit* köken olarak eski Almanca'da *sitte* (gelenek-görenek, yaşam biçimi) anlamlarına gelir, *sittlich* ise (töreye uygun, yerleşik yaşamaya ait, *keit* ise hal durum yaşantı anlamlarına gelir. Bu bağlamda *Sittlichkeit* "töresel yaşamın durumu hali" anlamına gelmektedir. Ancak Hegel felsefesinde *Sittlichkeit* (etik yaşam) söylemi ile ilgili olarak Hegel ısrarla şu sıralamaya vurguda bulunur: Etik, ona göre daha az öneme sahip olmakla beraber, ancak bazen hem *Sittichkeit* hem de *Moralität* kelimesinin anlamını içerecek şekilde kullanılmaktadır. *Moralität* kavramı, özellikle Kant'ta, çoğunlukla

bireysel ahlak anlamında kullanılmaktadır. Bu kavram; kural, yasa ve norm anlam alanına yakın bir anlam çerçevesine sahiptir. Kant, *Moralität* ile "Nasıl davranmalıyım?" ve "Hangi ilkeye göre hareket etmeliyim?" gibi ahlaki sorulara yönelir. Buradaki temel vurgu, davranışın ölçütü olarak belirlenen normatifliktir. Kant, bu kavramı aklın içselleştirdiği yasa ile ilişkilendirerek ahlakı geleneksel belirlenimlerinde koparır. Bu bağlamda *Moralität* kavramı, soyut, evrensel ve tarih-dışı bir nitelik de taşır. Nihayetinde *Moralität*, ahlakın kural, yasa, norm olarak düşünülmesini ifade eder.

Moralität ve *Sittlichkeit* kavramlarının kısa bir kavramsal bir çerçevesi sunulduktan sonra, bu kavramların Kant ve Hegel bağlamında nasıl ele alındığını incelemeye geçilebilir.

2. KANT'IN *AHLAK METAFİZĞİNİN TEMELLENDİRİLMESİ* ESERİNDE AHLAKLILIK (MOARLİTAT) KAVRAMI

2.1. Etiğin Akılsal Boyutu Olarak Ahlaklılık

Kant, *Ahlak Metafiziğinin Temelllendirilmesi'nin* (Groundwork of the Metaphysics of Morals, 1785) ve bilhassa giriş bölümünde, deneyden bağımsız bir ahlak metafiziğininim temel ilkelerini ve etik sistemini ortaya koymakla birlikte, ahlak felsefesinden ahlaksal akılcılığa ve ahlak metafiziğine geçiş da ön koşullarını bu metinde ortaya koymaya çalışmaktadır.

Kant, ahlak teorisinin temellerini, ahlakın temel ilkelerini ortaya çıkarak, ahlak metafiziğinin rasyonel boyutunun da ilk adımlarını *Temellendirilmesi*'nde atmıştır.[10] Bu eserin amacı, ahlak metafiziği fikrinin ilk ifadesini sunmaktır. Kant, *ampirik* bilgiye dayalı herhangi bir olgunun rastlantısal olması gerektiğini savunduğu için, ahlak yasasının gerektirdiği zorunluluğu ancak *a priori* akıl yürütmeden türetebilir. Yani, *Temellendirlimesi*'nin saf ve *a priori* bir etik geliştirmeyi amaçladığını akılda tutmak önemlidir. Paton (1948, s. 14), *Temellendirilmesi*'nin amacının bize "etiğin *a priori* kısmının eksiksiz bir açıklamasını" sunmak olmadığını; bunun yerine Kant'ın ahlak metafiziğinin temellerini atmayı amaçladığını belirtir. Dolayısıyla, Kant için bu metafizik, "saf" bir bilgi sistemidir ve *a priori* olarak elde edilir ve yalnızca *a priori* kavramları içerir (Paton, 1948, s. 15; Aune, 1979, s. ix). Bu etik, ahlaki bir yasanın olasılığını inceler ve Kant'ın "ahlakın en yüce ilkesi" dediği şeyi tanımlar (Kant, 1998, 4:392). Bu şekilde Kant, teorik bir alanda saf ahlak teorisi için *a priori* bir yapı çizer.

Dahası, Kant, *Temellendirlimesi*'nin Önsözünde, Kant'ın ahlak görüşüne göre, metafiziğin iki kısmı vardır: doğa metafiziği ve ahlak metafiziği. O, ahlak konusunu, en azından bizim

[10] Bu çalışmamız, Kant'ın deontolojik ahlak felsefesinin tüm yönleriyle ele almayı amaçlamamaktadır. Bu doğrultuda, yalnızca kavramsal bir analiz ve kıyaslama temelinde ilerleyecektir. Ayrıca burada Kant'ın *Temellendirilmesi* eserine sadık kalarak Moralilat kavramını "ahlak metafiziği" ve etiğin akılsal biçimi açıklamaya çalışmaktır.

anladığımız şekliyle hem saf hem de ampirik yönlere sahip olarak görür. Saf kısım, ki buna "gerçek ahlak" der, metafiziğe aittir ve *a priori* ahlak ilkelerini içerir (Kant, 1998, 4:388). Bu kısım her zaman rasyonel kısma aittir ve saf aklın kavramlarıyla değerlendirilmelidir. Aynı zamanda, saf ahlak teorisi, yüce bir ahlak yasasının soyut, biçimsel bir açıklamasını önerir (Bird, 2005, s. 251). Bununla birlikte, pratik antropoloji olarak adlandırdığı ampirik kısım, bu *a priori* ilkeleri "deneyimlerde ortaya çıkabilecek koşullara" uygulamakla ilgilenir (Kant, 1998, 4:388). Bu ifadeyle Kant, ahlak teorisini metafizik temel içinde tasavvur eder; Önsel ve saf akıl kullanarak ve ahlak yasasına veya ilkelerine uygun hareket ederek, ahlaki değerin herhangi bir araştırması ampirik koşullardan bağımsız olmalıdır. Bu bakış açısından, kısaca, *Temelllendirilmesi'*nin amacı, eksiksiz bir ahlak metafiziği için bir temel oluşturmak olarak anlaşılmalıdır.

Ayrıca, Kantçı bir irade alanında, birinin ahlaki olarak onayladığı iyi niyet, rasyonel iradedir; saf olan ise önceden var olan pratik bir akıldır. İyi niyet kavramını ortaya koyarak Kant, görev, ödev ve ahlaki değer hakkında birkaç hayati ifade ortaya koyar. Bir eylemin ahlaki değeri, ürettiği sonuçlardan değil, Kant'ın "maksim", yasalar veya fail tarafından amaçlanan iradeli eylem türü olarak adlandırdığı şeyden türetilir. Sonuç olarak Kant, ahlaki olarak iyi niyetlerin "görevden, ödevden" yapılan eylemler olduğunu savunur (Acton, 1970, s. 12). Çünkü Kant, bu niyetle bize, rasyonel varlıklar olarak, insanlık formülü hakkındaki argümanını ortaya koyarken herhangi bir ampirik ve rastlantısal motivasyon kaynağına başvuramayacağımızı bildirir. Rasyonel bir varlık olarak, yasa kavramlarımıza uygun hareket ederiz: "Öyle hareket edin ki, ister kendi şahsınızda ister başkasının şahsında olsun, insanlığı her zaman aynı zamanda bir amaç olarak kullanın, asla sadece bir araç olarak değil" (Kant, 1998, 4:429). Bu formül, insanlara içsel bir değer kazandırır. Özellikle *Temellendirilmesi*'nin II. bölümünde Kant, bir şeyi başka bir şeye ulaşmak için araç olarak yapma yükümlülüğü ile yalnızca amaç olarak yapma yükümlülüğü arasında bir ayrım yapar. Burada, bir yandan mutluluk amacıyla "eğilim ve arzu" dan hareket etme ile diğer yandan "ödevden" hareket etme arasındaki ayrımı ele alabiliriz (Acton, 1970, s. 16). Kant'a göre, ahlaki değer, görev ne olursa olsun, kişinin görevine yönelik çıkarsız eylemine dayanır. Bu, görev için görev doktrinidir ve fikir, görevin belirli eylemler için değil, yerine getirilmesi gerektiğidir. Bu temel ilkeyi desteklemek için Kant, eylemleri görevden ve eğilimden yapılanlar olarak ikiye ayırır. Kant'ın görev güdüsü, eğilim güdüsü ve öz çıkar güdüsüyle zıtlık oluşturur ve birey, kendine şu soruyu sorarak görevden hareket edip etmediğini anlayabilir: "Eylemimin ilkesinin evrensel bir yasa haline gelmesini nasıl isteyebilirim?" Bireyin amacı, evrensel yasaya ulaşmak için eylemlerini test etmektir.

Ayrıca, kategorik buyruk, nesnel amacın değerine saygı duymamızı emreden bir yasadır. Üç farklı formülasyona sahiptir: Kendinde Amaç, İnsanlık veya Kendinde Amaç Formülasyonu ve Amaçlar Krallığı Formülasyonu (Korsgaard, 1996, s. 106). Bu üç formülasyon, Kant'ın bakış açısından değerlendirilir. Kant, kategorik buyruğun eylemlerimizin ahlaki konumunu nasıl belirlediğini göstermek için örnekler kullanır. Kant'ın kategorik buyruğu görevle bağlantılıyken, varsayımsal buyruk eğilimler ve arzularla bağlantılıdır. Bir ilke kategorik buyruk testini geçemezse, eylem yasaklanır ve ilkeler düşünce deneyinde değerlendirilir (Korsgaard, 1998, s. xxix). Kant, bu kategorik buyruk formülasyonlarını söz bozma ve yalan söylemeye uygular. Kant'ın *Temelllendirilmesi*'nde verdiği bir örneği aktarayım:

> Ödeyemeyeceğini çok iyi bilen, ancak belirli bir süre içinde geri ödeyeceğine dair kesin bir söz vermedikçe hiçbir şeyin kendisine borç verilmeyeceğini de gören bir adam. Böyle bir söz vermek ister, ancak yine de kendine şu soruyu soracak kadar vicdanı vardır: İhtiyaçtan kurtulmak için böyle bir şekilde yardım etmek yasak ve göreve aykırı değil midir? Diyelim ki yine de bunu yapmaya karar verdi, eylem ilkesi şöyle olurdu: Paraya ihtiyacım olduğuna inandığımda, asla gerçekleşmeyeceğini bilsem bile, para ödünç alacağım ve geri ödeyeceğime söz vereceğim. (Kant, 1998, 4:422)

Kant, evrensel yasayı nasıl kurabileceğimizi göstermek için bu tür örnekler kullanır. Ahlak yasası veya evrensel yasa doğrudan ahlakı ele alabilir. Dolayısıyla Kant, nihai bir ahlak ilkesinin tüm özel ahlak kurallarını bilgilendirdiğini, ancak herhangi bir eylemi belirtmediğini savunur. Kant'a göre insanlar kesin buyruklara uygun hareket etmeseler de, o buyruğun kendisinden beklediğini bilmektedir (Heimsoeth, 2014, s. 142). Zira Kant'ın etik anlayışı katışıksız bir biçimde rasyonel soyut bir ahlak anlayışı olarak, salt akılda *a priori* olarak vardır. Hegel ise, tam bu noktada Kant'ın eksikliklerini tamamlamaya ve *aşmaya* girişmektedir; ancak Hegel'in Kant eleştirililerine geçmeden önce Hegel'in *Hukuk Felsefesinin Prensipleri* (Elements of the Philosophy of Right, 1820) adlı eserinde Sittlichkeit kavramını hangi bağlamda ele aldığına kısaca değinmekte fayda vardır.

3. HEGEL'İN *HUKUK FELSEFESİNİN PRENSİPLERİ* ESERİNDE *SITTLICHKEIT* KAVRAMI

3.1. Toplumsal Yaşamla İlintili Olarak Etik

Hegel'in *Hukuk Felsefesinin Prensipleri* döneminin siyasal koşullarının ve devlet yapısının bir analizi olarak ortaya çıkmıştır. Hegel, kendinden önceki filozoflardan " –ama özellikle doğal bir insanlık durumu tanımlayarak insanların mutabakat etrafında oluşturdukları bir toplum ve devlet yapısı öne süren felsefecilerden– farklı olarak toplumu organik bir yapı" olarak tanımlar ve bu organik yapı içerisinde birbirleriyle uyum içinde olmasını beklediği toplumsal organları

analiz eder (Salman, 2015, s.1). Hegel'in *Sittlichkeit'*in temel bileşeni de aslında bir toplumsal bir organik yapı içerisinde gerçekleşmektedir.[11]

Hegel, "Ahlaklılık" (*Moralität*) bölümünde ise genel olarak Kant'ın ahlak felsefesinin eleştirisine yönelik bir girişimde bulunur. Hegel'in ahlak anlayışı, yalnızca bireyin kendi özgür seçimine değil, aynı zamanda diğer bireylerle olan ilişkilerine de dayanan daha kapsamlı bir etik alanındadır. Örneğin, Hegel'in görüşüne göre, aile ilişkileri, özgür seçimle uyumlu bireysel ahlak biçimine indirgenemez, çünkü kişi bir aileye doğar ve dolayısıyla yükümlülükleri bir şekilde önceden belirlenir (Avineri, 1972, s. 32). Walsh, *Hegelian Ethics* adlı kitabında, Hegel'in kendi etik teorisindeki bu eksikliklerin üstesinden nasıl gelmeye çalıştığını, önce erken dönem yazılarında sevgi ahlakı kavramıyla ve daha sonra olgun sisteminde Sittlichkeit kavramıyla göstermektedir (Walsh, 1969, ss. 108-9). Walsh, Hegel'in etiğini somut etik olarak adlandırır; yani, toplumsal ahlaki standartlardan kaynaklanan ahlaki uygulamalar anlamına gelir. Günümüzde birçok Hegelci akademisyen de Hegelci etiği, Walsh'ın yorumladığı gibi, somut ve sosyal faktörlere gömülü olarak tasvir etmiştir.

Hegel'in siyasi ve sosyal teorisi "etik yaşam" veya *Sittlichkeit* üzerine kuruludur. Literatürde şu ifadeyi yaygın olarak görmek mümkündür: Hegel, "ahlakı" Kant ve Fichte'nin içsel, eleştirel ve bireyselci ahlakı olarak tanımlar. Hegelci *Sittlichkeit*, gelenek ve göreneklerin ahlakıdır; *Moralität* ise yaygın olarak kabul edilen sosyal uygulamaları eleştirebilecek bireysel ve rasyonel bir tutumu ifade eder (Wood, 2017, s. 58). Bu belki de Hegel'in etik teorisinin en bilinen özelliğidir: "soyut, evrensel ahlak" veya Moralität ile "somut, özelci etik yaşam" – *Sittlichkei*t veya sosyal uygulama arasındaki ayrım. Dolayısıyla, etik yaşam doktrini, ahlakın bir toplumda gerçekleşmesidir; buna karşılık, ahlakın ana odağı öznenin motivasyonudur. Dolayısıyla Hegel, akla, bireyciliğe ve liberalizme karşı çıkan sosyal ve politik bir muhafazakâr olarak nitelendirilir. Hegel'in soyut, biçimsel ahlaki sorumluluk anlayışı, insanı doğaya karşıt ve var olana sonsuz derecede karşıt bir birey olarak görür (Taylor, 1979, s. 83). Bu bağlamda, Hegel'in etiği, Kantınkinden açıkça farklı görülmektedir; bu, Hegel'in *Sittlichkeit* kullanımında açıkça görülmektedir. Bu, gelenek ve nesnel, somut etik ile ilgilidir ve Hegel bunu hem daha spesifik hem de daha geniş bir şekilde ele alır. Hegel, ahlakı bir topluluğun düzeni olarak tanımlar. Bununla birlikte, genel olarak, Kantçı metafizik ahlaki tutum görüşü, günlük yaşamdaki ahlaki bilginin sosyal ve tarihsel boyutunu açıklayamaz.

[11] *Sittlichkeit*, genel terminolojisine uygun olarak resmi olarak Hegel'in etik ve siyaset alanını ifade eder, ancak Hegel'in bireysellik anlamında kullandığı yerlerde bazen "ahlak" terimi de kullanıldığına rastlanılmıştır.

Böylece Hegel, başlangıçta *Sittlichkeit*'ı Kant'ın ahlakına karşıt olarak inşa eder. Ona göre Kant, biçimsel ve evrensel bir hakikatin olamayacağını kabul eder. Hegel, Kant'ın doğru eylemin biçimsel ve evrensel bir standardının olamayacağını anlaması gerektiğine inanır. Hegel ayrıca, bireyin etik yaşamının vicdana dayanmadığını da iddia eder (Walsh, 1969, s. 109). Hegel'in sözleriyle, etik, "insanların ancak bir toplumun veya bir halkın üyeleri olarak oldukları" gerçeğinin kabulüyle başlar. Hegel, *Hukuk Felsefesinin Prensipleri* adlı eserinin *Sittlichkeit* bölümünde, ahlak anlayışının basamak şeklinde geliştirir "Aile", "Devlet" ve "Sivil Toplum" olarak adlandırdığı şeylerle, bireylerin yalnız hareket ettiği toplumsal yaşam unsurlarını da kapsayan bir düzlemde değerlendirir. Bu kavram aileye, sivil topluma ve devlete uygulanacaktır. Öte yandan objektif ahlaki cevher de aynı zamanda aile*; sivil toplum ve devlet* olarak incelemektedir. (Hegel, 1991, ss. 57-58)

Hegel, devleti etik değerlerin yaşama olanağı bulduğu alan olarak görmektedir. Bu gelişim aynı zamanda toplumsal gelenek- görenek, örf-adetin katkısıyla bireysel ahlaktan genel ahlaka doğru geçişi sağlar. Böylece Hegel'in savunduğu ahlak ortaya çıkmış olur (Çuhadar, 2018, s. 747). Hegel'e göre "insan, toplum içinde yaşayan bir varlık, toplumda, bireylerin bireyselliklerini, belli kurumlar içinde nesnelleştiren doğadır. Toplum içinde insan, ilkin soyut hukukla belirlenir; sözleşmelerle, mülkiyetle toplum içinde bir belirlilik kazanır. Bunun üzerinde ahlak yer alır; onun üzerinde de aile, sivil toplum ve devlet gibi belirlenimlerden geçen daha üst düzeydeki bir toplumsal ahlak vardır. Bütün bu kurumla, yani insanın toplumsallığını oluşturan kurumlar "Nesnel Tin"i (*objectiver Geist*) meydana getirirler. Böylece kendi içinde birey ve toplum içinde birey gösterilmiş olur." (Hegel, 1991, s. 26)

4. KANTÇI AHLAKLILIĞA KARŞI HEGELCİ AHLAKİ YAŞAM SÖYLEMİ

Hegel'in etik yaşam (*Sittlichkeit*) dediği şeyin savunucusu ve ahlak (*Moralitat*) dediği şeyin eleştirmeni olduğu yaygın bir görüştür. Kant, ahlak anlayışının temelinde "akıl"da bulunurken, Hegel ise Aydınlanmayı akıl çağı olarak kabul etmekle beraber sadece aklı referans alarak elde edilen etik kavrayışını yetersiz bulmaktadır (Bezci, 2005, s. 50). Hegel'e göre Kant, "niçin ahlaklı olmalıyız" sorusunu yanıtlayamaz. Zira Kant, kişisel çıkarlarla toplumsal değerler arasında bir bağ kurmaya çalışmamaktadır. Hegel için ise, çıkarlar ve değerler arasında bir birliktelik oluşturabilmek etik anlayışının en önemli amacıdır.

Aslında Hegel, Kant'ın ödev etiğinin, yani ödevin akla dayandığı ve akıl temelli olduğu tezini kabul etmektedir. Ancak Kant'ın salt pratik akıl yürütmeye dayandırdığı ve son çözümlemede ödevlerimizin ne olduğunu bulmaktadır. (Cevizci, 2002, s, 228) Buna karşın Hegel ise, etik yaşamda (*Sittlichkeit*) ahlak ile yasallığın birliğini savunmaktadır. Bu nokta Hegel için çok

önemlidir. Zira, olan ile olması gereken arasındaki ikilik, aydınlanmanın bir getirisi olarak uzlaşma açısından bir çıkmazı oluşturmaktadır. Bu nedenle Hegel'e göre, felsefenin bizi ulaştırması gereken düşünce düzeyi, gerçek dünyanın olması gerektiği gibi olduğu ve gerçek iyinin de yalnızca soyutlama değil, kendini gerçekleştirebilme yetisine sahip, yaşayan bir ilke olduğudur. (Sarvan, 1987, s. 111)

Hegel'in somut etik açıklaması, Kant'ın soyut etiğinin (Hegel'in anladığı şekliyle) aksine, özünde Kant'ın biçimciliğine, özellikle de evrensel yasa tanımına yönelik bir eleştiridir. Hegel'in eleştirisi, Kant'ın nihayetinde biçimsel (Kantçı ahlak teorisi) ve pragmatik etiği ayırt edemediğini göstermektedir. Kant'ın çalışmasının aksine, Hegel'in etik düşüncesi, epistemoloji, siyaset, tarih, toplum, eylemler ve etik üzerine fikirleri içeren bütün bir felsefe sistemi sunma girişimidir (Beiser, 2005, s. 48). Hegel ayrıca, Kant'ın ahlakı ve hukuku tanımlamak için saf akla yaptığı vurgunun sosyal bağlantılar için bir temel sunamadığına inanmaktadır. Hegel, insan varoluşunda ve doğada etik ve aklı sınırlama olmaksızın bir inceleme girişiminde bulunur. Böylece Hegel, Kant'ın *a priori* ve *a posteriori* ilkesinden farklı olarak, özgürlük ve doğa arasındaki uyumun neden kaçınılmaz ve çatışmasız olduğunu karakterize etmeye çalışır.

Güncel literatürdeki Hegel yorumcularına göre, Hegel bir toplum içinde şekillenen ahlaki doğamızla, varlığımızın rasyonel boyutunun sentezini yapmaya kalkışmaktadır.[12] Çünkü Hegel, sadece akıl tarafından belirlenen soyut etiğin, açıkça eksik olduğunu düşünmekteydi. Hegel için, yasaları koyan Akıl, yalnızca onları eleştirel bir şekilde inceleyen bir Akıl'a indirgenmiştir. Yani, Hegel'e göre, Kantçı ahlak felsefesi evrenselleştirilebilirlik ile çelişmektedir çünkü *Moralität* ahlaka belirsizlik getirir. Kant'ın evrensel yasa formülünü reddeder. Bu şekilde, Hegel'in ilk yayınları Kant'ın ahlak teorisini ve etik ve siyasette bireyselci yaklaşımı eleştirir. Ayrıca, Hegel, Kantçı ahlak ve etiği sosyal etik teorisine dahil ederek, ahlaki özerkliği, insan özgürlüğünü ve pratik aklı vurgulayan Kant'ın kategorik buyruğunun, toplumun değerlerinden, kurallarından ve kurumlarından ayrı soyut bir bireysel iradeye ve öznel ahlaki değerlere dayandığını fark eder. (McCarthy, 2017, s. 73)

SONUÇ

Hegel-Kant tartışmalarına odaklanan pek çok araştırma şunu öne sürer: Hegel *Sittlichkeit* anlayışla beraber, Kantçı soyut ahlak anlayışı ile özümüzün bir parçasını meydana getiren moral

[12] Post-Kantçı Hegel yorumcuları, Kant ile Hegel arasındaki sürekliliği vurgularlar. Daha fazla bilgi için bkz. Robert Pippin (*Hegel's Idealism: The Satisfications of Self-Consciousness* (1989; *Hegel's Practical Philosophy: Rational Agency as Ethical Life* (2008). Ayrıca bkz. Terry Pinkard *Hegel's Phenomenology: The Sociality of Reason* (1996).

değerler ve ahlaki gelenekleri birleştirmeye çalışmaktadır. Hegel'in etik yaşam fikrinin Kantçı ödev ve rasyonel temelli ahlak öğretisini aşmayı (*aufhebung*) hedefleyen eleştirel bir alternatif sunduğunu ve ahlakını bireysel ödevden toplumsal pratiklere doğru genişletilmesi bakımından özgün bir felsefi katkı sağladığını ileri sürmektedir. Hegel, *Sittlichkeit*'in sosyal ilişkisel mantık çerçevesi sistemini tanımlar ve *Sittlichkeit*'ı veya etik yaşamı, bireyin sosyal ve politik deneyimleriyle özdeşleşmesi olarak tanımlar. Bu yöntem aynı zamanda *Moralität* (bireysel ve öznel ahlak) ile *Sittlichkeit* (etik yaşam) arasındaki farkı da açıklığa kavuşturur. Kantçı anlamda *Moralität* yalnızca bireysel ilişkileri yönetir. Bunun yerine, insanların yalnızca bireyler olarak değil, daha büyük bir topluluğun üyeleri olarak etkileşimde bulunduğu topluluğun daha geniş etik yaşamına dikkat edilmelidir. Sonuç olarak bu çalışma, Hegel'in ve onun bazı yorumcularının ileri sürdüğü üzere Kant'ı *aşan* bütünüyle yeni bir ahlaki doktrinin söz konusu olmadığını; aksine Hegel'in, Kantçı ahlak anlayışını dışlamak yerine *sentezci* bir yaklaşımla yeniden yorumladığını dile getirmiştir.

KAYNAKÇA

Aune, B. (1979). *Kant's Theory of Morals.* Princeton: Princeton University Press.
Avineri, S. (1972). *Hegel's Theory of the Modern State*. Cambridge: Cambridge University Press.
Bezci, B. (2005). Kant ve Hegel'in Felsefesinde Etik Anlayışı, *Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 5 (9). 48-61.
Bird, G. (2006). *A Companion to Kant*. Blackwell Publishing Ltd.
Cevizci, A. (2002). *Etiğe Giriş*. İstanbul: Paradigma Yay.
Çuhadar. C. (2018). Hegel'in "Hukuk Felsefesinin Prensipleri" Adlı Eseri Bağlamında Ahlakın Oluşumu. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*. 7 (4). 719-748.
Heimsoeth, H. (2014). *Kant'ın Felsefesi*, (çev. Takiyettin Mengüşoğlu), Ankara: Doğu Batı Yayınları.
Hegel. G. W. F. (1991) [1821]. *Elements of the Philosophy of Right*, (ed. and trans.) Allen W. Wood, Cambridge: Cambridge University Press.
---------- (1986). *Seçilmiş Parçalar*, Çev: Nejat Bozkurt, Ankara, Remzi Kitapevi.
Taylor, C. (1979). *Hegel and Modern Society*. Cambridge: Cambridge University Press.
Inwood, M. (1992). Morality. *A Hegel Dictionary* (çev. Cengiz Çuhadar). *Dini Araştırmalar.* 7 (21). 319-321. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/51863 . (Erişim Tarihi: 20 Aralık 2025).
Kant, I. (1998) [1785]. *Groundwork of the Metaphysics of Morals*. M. Gregor (trans. and ed.) Cambridge: Cambridge University Press.
Korsgaard, C. (1996). *Creating the Kingdom of Ends*, Cambridge: Cambridge University Press.
---------- (1998). Introduction. *Groundwork of the Metaphysics of Morals*. M. Gregor (trans. and ed.) Cambridge: Cambridge University Press.
McCarthy, G. E. (2017). Justice Beyond Liberalism: Natural Law and the Ethical Community in Hegel. *Marx and Social Justice*, Brill, pp. 72-126.
Paton, H. J. (1948). T*he Moral Law: Kant's Groundwork of the Metaphysic of Morals*. Hutchinson University Library, London.
Salman, S. (2015). Hegel'de Etik Yaşam (Sittlichkeit) ve Toplumsal Hareketlerin İmkanı Üzerine. *FelsefeLogos*, Sayı 56. 1-21.
Walsh, W. H. (1969). *Hegelian Ethics*. London: Red Globe Press.
Wood, A. (2017). Hegel on Morality. *Hegel's Elements of the Philosophy of Right: A Critical Guide* (in ed. David James). Cambridge: Cambridge University Press. 58-76.

KAVİMLERİN HELAK EDİLME NEDENLERİ

Cumali ÇAKAN
Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Faculty of Theology, Department of Tafsir, 46050 Onikişubat, Kahramanmaraş
ORCID: 0009-0008-2547-1737

ÖZET

Allah Teâlâ, yeryüzüne gönderdiği insanın yaratılış gayesine uygun şekilde hareket etmesi ve kendisine yüklenen sorumluluğun bilincinde olması için peygamberler ve kutsal kitaplar göndermiştir. Ne zaman bir topluluk haktan saparak dalâlete düşmüşse, Allah Teâlâ o toplumun ıslahı için bir peygamber görevlendirmiştir. Toplumların, peygamberlerin Allah'tan aldıkları ilahî mesajlara kulak tıkayıp karşı çıkmaları durumunda ise öncelikle uyarılarda bulunulmuş, ardından doğru yola dönmeleri için kendilerine mühlet tanınmıştır. Buna rağmen hidayete yönelmedikleri takdirde, o toplumların helâk edilmesi ilahî düzenin (*sünnetullah*) bir gereği olarak gerçekleşmiştir.

Bu makalede öncelikle helâk kavramının kavramsal tahlili yapılacak; ardından geçmiş toplulukların Allah'tan gelen ilahî mesajlara verdikleri tepkiler, peygamberleriyle olan diyalogları ve bu mesajların gereği gibi değerlendirilip değerlendirilmediği ele alınacaktır. Ayrıca toplumların ilahî uyarılara kulak tıkamaları hâlinde karşılaştıkları akıbet ve geçmişte helâk edilen toplulukların helâk edilme sebepleri farklı açılardan incelenecektir. Bu bağlamda putperestlik, şehvet ve gayri meşru yaşama düşkünlük, insanlara zulüm ve haksızlık yapılması, helâl–haram ayrımının gözetilmemesi, ölçü ve tartıda hile yoluyla adalet ilkesinin ihlâl edilmesi, dünya malı ve servetin refah yoluyla azgınlığa sevk etmesi ile Allah'ın emir ve yasaklarının çiğnenerek nefsî arzu ve heveslerin merkeze alınması gibi hususlar üzerinde durulacaktır.

Anahtar Kelimeler: helak, kavim, peygamber, kuran, kutsal kitaplar

REASONS FOR THE DESTRUCTION OF NATIONS

ABSTRACT

God Almighty sent prophets and holy books to ensure that humanity, whom He sent to earth, acts in accordance with the purpose of their creation and is aware of the responsibilities entrusted to them. Whenever a community deviated from the truth and fell into error, God Almighty appointed a prophet to reform that community. If communities turned a deaf ear to the divine messages received from God by the prophets and opposed them, they were first warned, and then given time to return to the right path. If they still did not turn to guidance, the

destruction of those communities occurred as a requirement of the divine order (sunnatullah). This article (symposium paper) will first provide a conceptual analysis of the concept of destruction; then, the reactions of past communities to the divine messages from God, their dialogues with their prophets, and whether these messages were properly evaluated will be examined. Furthermore, the fate faced by communities that ignored divine warnings and the reasons for the destruction of communities in the past will be examined from different perspectives. In this context, the discussion will focus on issues such as idolatry, lust and indulgence in illicit lifestyles, oppression and injustice against people, disregard for the distinction between halal and haram, violation of the principle of justice through cheating in weights and measures, the indulgence of worldly possessions and wealth leading to arrogance, and the prioritization of selfish desires and whims by violating God's commands and prohibitions.

Keywords: Destruction, peoples, prophet, Qur'an, holy books

GİRİŞ

Bu çalışma üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde helâk kavramı kavramsal açıdan ele alınarak sözlük ve terim anlamları çerçevesinde tahlil edilmiştir. İkinci bölümde ilahî mesajların toplumlar üzerindeki etkisi incelenmiş; geçmiş toplulukların bu mesajlara nasıl karşılık verdikleri, peygamberleriyle yaşadıkları mücadeleler ve söz konusu mücadelelerde dayandıkları temel gerekçeler değerlendirilmiştir. Üçüncü bölümde ise kavimlerin helâk edilme sebepleri farklı açılardan ele alınmış; özellikle topluluklarda yaygınlık kazanan kötülük, fesat ve bozgunculuğun helâk sürecindeki belirleyici rolü üzerinde durulmuş, yalnızca inkârın değil, toplumsal yozlaşmanın da helâkin temel sebepleri arasında yer aldığı ortaya konulmuştur.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu araştırmada, helâk kavramı literatür çerçevesinde incelenmiş; söz konusu kavramın Kur'ân ayetlerinde hangi anlamları ifade ettiği ve kullanıldığı bağlamlar tahlil edilmiştir. Bu kapsamda, gönderilen peygamberlerin Allah'tan aldıkları vahiyleri kavimlerine tebliğ etmelerinin ardından, ilgili toplulukların bu ilahî mesajlara verdikleri tepkiler ve bu tepkilerin toplumsal yaşamlarında herhangi bir dönüşüme yol açıp açmadığı ele alınmıştır. Ayrıca kavimlerin sergiledikleri tutum ve davranışlar ile ilahî azap arasındaki ilişki, metin merkezli bir yaklaşımla değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda, kavimlerin helâk edilme sebeplerinin bazı yönleriyle benzerlik arz ettiği, bazı yönleriyle ise farklılıklar gösterdiği tespit edilmiştir. Özellikle inkârın yanı sıra fesat, bozgunculuk ve ahlaki yozlaşmanın yaygınlaşmasının helâk sürecinde belirleyici bir rol oynadığı ortaya konulmuştur. Elde edilen bulgular, helâk olaylarının yalnızca

tarihsel vakalar olarak değil, sonraki topluluklar için ibret ve ders niteliği taşıyan ilahî uyarılar olarak değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir.

1. HELAK KAVRAMI

"Helâk" kelimesi; kaybolma, bozulma, ölüm, yok etme, (el-İsfahânî, 2008, s.708). Bir varlığın âlemden tamamen ortadan kaldırılması ve kuraklık (İbn Manzûr, 2016, Cilt 6, s.568). gibi anlamlara gelmektedir. Kur'ân-ı Kerîm'de bu anlamların farklı bağlamlarda kullanıldığı görülmektedir. Nitekim "*Gücüm ve saltanatım benden yok olup gitti."* (Kur'an, Hâkka 69:29, Diyanet İşleri Başkanlığı Meali) İfadesinde helâk kelimesi kaybolma anlamında kullanılmaktadır. Yine, "*Hâkimiyeti ele geçirdiğinde yeryüzünde bozgunculuk yapar, ekinleri ve nesilleri yok etmeye çalışır. Allah bozgunculuğu sevmez.*" (Kur'an, Bakara 2:205) Ayetinde ise yok etme ve bozma anlamı ön plana çıkmaktadır.

"Bir *de şöyle derler: 'Bu dünya hayatımızdan başka bir hayat yoktur; ölürüz ve yaşarız; bizi yok eden ise zamandan başkası değildir.' Oysa onların bu hususta herhangi bir bilgileri bulunmamaktadır; yaptıkları şey, yalnızca zanna dayalı bir kabuldür.*" (Kur'an, Câsiye 45:24) Bu bağlamda ayette geçen helâk ifadesi, ölüm anlamında kullanılmıştır.

Ayrıca, "*Onlardan önce, kendilerinden daha güçlü ve daha gösterişli nice nesilleri helâk ettik.*" (Kur'an, Meryem 19:74) Ayetinde helâk kavramı, geçmiş toplulukların tamamen yok edilmesi ve tarih sahnesinden silinmesi anlamında kullanılmıştır. Bu bağlamda söz konusu ayet, helâkın yalnızca bireysel bir ölüm değil, toplumsal ve tarihî bir yok oluşu ifade ettiğini ortaya koymaktadır.

2. İLAHİ MESAJLARIN GEÇMİŞ TOPLUMLARA OLAN ETKİSİ

Allah, insana iyiyi ve kötüyü ayırt edebilme yetisi vermiştir. Nitekim "*Ona fücurunu ve takvâsını ilham edene yemin olsun*." (Kur'an, Şems 91:8) Ayeti, insanın ahlâkî tercih yapabilme kabiliyetine sahip olduğunu ifade etmektedir. İnsanı diğer canlılardan ayıran en temel özellik, akıl ve irade sahibi olmasıdır. Bu yetiler, insanı Allah katında sorumlu bir varlık hâline getirmiştir. Dolayısıyla insan, bilinçli olarak gerçekleştirdiği fiillerden sorumlu tutulmakta; özellikle kötü eylemleri sebebiyle cezayı hak etmektedir (Rahman, 2011, s.61-62).

Allah Teâlâ, insanı yarattıktan sonra onu başıboş bırakmamış; doğru yolu bulabilmesi ve yanlış yollara sapmaması için kitaplar ve peygamberler göndermiştir. Gönderilen peygamberler, Allah'tan aldıkları ilahî mesajları insanlara tebliğ etmişlerdir. Bu mesajlara uyan toplumlar dünya ve ahirette saadet ve huzura erişmiş; bu mesajları göz ardı ederek nefis ve hevâlarının peşinden giden toplumlar ise hem dünyada kötü bir akıbetle karşılaşmış hem de ahirette şiddetli bir azaba müstahak olmuşlardır.

Kur'ân-ı Kerîm'de geçmiş kavimlerin bu çerçevede uyarıldığı görülmektedir. Nitekim Hz. Nûh'un (a.s.) kavmini şu sözlerle uyardığı bildirilmektedir: "*Ey kavmim! Şüphesiz ben size gönderilmiş apaçık bir uyarıcıyım. Allah'a kulluk edin, O'na karşı gelmekten sakının ve bana itaat edin ki Allah günahlarınızın bir kısmını bağışlasın ve sizi belirli bir süreye kadar erteleyip yaşatsın. Şüphesiz Allah'ın takdir ettiği süre geldiğinde artık ertelenmez. Keşke bilseydiniz."* (Kur'an, Nûh 71:1-4)

Geçmiş toplumlarda dikkat çeken hususlardan biri, hayatı yalnızca dünya ile sınırlı görmeleri ve ahiret inancını inkâr etmeleridir. Peygamberler tarafından hakka davet edildiklerinde ise bu çağrıyı yadırgamış, inkâr yolunu tercih etmişlerdir. Nitekim inkârcıların şu sözleri bu tutumu açıkça ortaya koymaktadır: *"Biz ve atalarımız toprak olduktan sonra mı gerçekten diriltilip yeniden hayata çıkarılacağız? Andolsun ki bu tehdit daha önce de hem bize hem atalarımıza yapılmıştı. Bu, eskilerin masallarından başka bir şey değildir."* (Kur'an, Neml 27:6768)

Benzer şekilde Hz. Sâlih (a.s.) de kavmini, başlarına gelecek ilahî azap konusunda uyarmış; ancak onlar, yanlış tutumlarında ısrar ederek işledikleri kötülüklerden vazgeçmemişlerdir. Bunun sonucunda ise acı bir akıbetle karşılaşmışlardır. Hz. Sâlih'in kavmine hitaben söylediği şu sözler, bu durumu özetlemektedir: "*Ey kavmim! Andolsun ki ben size Rabbimin vahyettiklerini tebliğ ettim ve size öğüt verdim; fakat siz öğüt verenleri sevmiyorsunuz."* (Kur'an, A'raf 7:79)

Geçmiş toplumların ilahî mesajlardan yüz çevirmelerinin önemli sebeplerinden biri de içinde bulundukları nimetler sebebiyle şımarmaları ve kendilerini güvende hissetmeleridir. Bolluk ve refah içerisinde yaşamalarına rağmen bu toplumların helâk edildikleri (Karagöz, 1995, s.182). Kur'ân'da sıkça vurgulanmaktadır. Nitekim onlar, bu yanlış düşüncelerini şu ifadelerle dile getirmişlerdir: *"Biz mal ve evlat bakımından daha üstünüz; dolayısıyla azaba uğratılacak olanlar biz olamayız."* (Kur'an, Sebe' 34:35) Ancak bu toplumlar, güç ve refahın zirvesine ulaştıkları, mal ve evlat bakımından çoğaldıkları bir dönemde, sahip oldukları nimetlerden mahrum bırakılmışlardır. Rablerinin emri geldiğinde ise Allah'ın azabını kendilerinden uzaklaştırabilecek hiçbir güç bulamamışlardır (İbn-i Kesir, 1420, Cilt 6, s.560).

Allah, yeryüzünde bir denge (mîzan) tesis etmiş ve bu dengenin korunmasını emretmiştir. Söz konusu düzenin bozulması hâlinde ise Allah Teâlâ, belirli bir süre ve ölçü dâhilinde insanlara mühlet tanımaktadır. Bu süre zarfında bireyler ve toplumlar yaşamlarını ıslah etmedikleri takdirde, Allah'ın cârî sünneti devreye girmekte; nitekim bu ilahî yasa geçmiş topluluklar hakkında da uygulanmıştır. Geçmişte helâk edilen topluluklar incelendiğinde, onların ortak

özelliklerinin toplumda fesat ve bozgunculuk çıkarmaları, Allah'ın belirli bir düzen ve ölçü içerisinde yarattığı yeryüzünü tahrif etmeleri ve bu düzeni bozma yönünde ısrar etmeleri olduğu görülmektedir. Bu tutumlarının bir sonucu olarak da ilahî azabın kendilerine yöneldiği anlaşılmaktadır.

Enfâl sûresi 25. ayette, toplum içerisinde ortaya çıkan ve etkisi yalnızca zalimlerle sınırlı kalmayıp tüm kesimleri kuşatabilecek olan fitneye karşı uyarıda bulunulmaktadır. Beyzâvî, söz konusu ayeti tefsir ederken, bu fitnenin etkisinin toplumun tamamını kapsayabilecek nitelikteki günah ve bozulmalara işaret ettiğini ifade eder. Ona göre bu durum; toplumda münkerin yaygınlaşmasına rağmen iyiliği emretme sorumluluğunun ihmal edilmesi, bu hususta iki yüzlü ve çıkarcı bir tutum sergilenmesi, dalkavukluk ve menfaatperestlik gibi ahlâkî zaafların yayılması, görüş ayrılıklarının artarak toplumsal birliğin zedelenmesi, hizipleşme ve ayrışmaların ortaya çıkması ile cihad konusunda gevşeklik ve ihmalkârlık gösterilmesi gibi olumsuz tutum ve davranışları kapsamaktadır (el-Beyzâvî, 1418, Cilt 3, s.55).

Görüldüğü üzere Allah, geçmiş topluluklara peygamberler ve ilahî kitaplar göndererek mesajlarını kendilerine ulaştırmış ve onları hak ve hakikate davet etmiştir. Ancak bu topluluklar, kendilerine iletilen ilahî çağrıya sırt çevirmiş; gelen mesajları "eskilerin masalları" olarak nitelendirmişlerdir. Ayrıca sahip oldukları servet ve kabile güçlerinin çokluğuna güvenerek ilahî mesajlara karşı bir tutum sergilemişlerdir.

3. HELAK EDİLEN TOPLULUKLARIN HELAK EDİLME SEBEPLERİ

İnsanlık tarihinin başlangıcından itibaren insanlar, hayatta kalabilmek için çeşitli zorlu yaşam koşullarına maruz kalmışlardır. Bu zorluklar kimi zaman düşman saldırıları, doğal afetler, kıtlıklar ve salgın hastalıklar gibi dışsal etkenlerden kaynaklanmış; kimi zaman ise ilahi iradenin müdahalesi olarak yorumlanan durumlarla varlıkları tehdit edilmiştir. İbn Haldun, "Mukaddime" adlı eserinde, insanlar için normal şartlar dışında yaşam süresinin 120 yılı aşamayacağını belirtir. Benzer şekilde, devletlerin ömürlerinin de değişkenlik göstermekle birlikte genellikle üç kuşağın yaşam süresini geçmediğini ifade eder (İbn-i Haldun, 2013, s.15). Normal şartlarda durum bu şekilde olmakla birlikte, toplumların yaşam sürelerini belirleyen en önemli unsur, Allah'ın yeryüzünde tesis ettiği ve "sünnetullah" olarak ifade edilen ilahi kanunların devreye girmesidir. Bu bağlamda özellikle insanların kendi iradeleriyle ortaya koydukları davranışlar ve benimsedikleri yaşam tarzı belirleyici bir rol oynar. Toplumların kendi iradeleri sonucunda olumsuz yönde bir değişime yönelmeleri durumunda, dünya hayatındaki varlıklarını kaybetmelerine işaret eden ilahi yasaların işlediği vurgulanmaktadır (Okumuş, 2012, s.750).

Geçmişte helak edilen toplulukların helak edilme sebepleri incelendiğinde, bunların başında Allah'a ortak koşmaları geldiği görülmektedir. Nitekim Kur'an'da bu durum çeşitli örneklerle vurgulanır. Allah, Nûh'u kavmine elçi olarak göndermiş ve Nûh kavmine şöyle seslenmiştir: *"Ey kavmim! Allah'a kulluk edin; sizin O'ndan başka bir ilahınız yoktur. Şüphesiz ben, üzerinize gelecek büyük bir günün azabından korkuyorum*." (Kur'an, A'raf 7:59) Benzer şekilde, Âd kavmine de kardeşleri Hûd gönderilmiş ve o da kavmini şu sözlerle uyarmıştır: *"Ey kavmim! Allah'a kulluk edin; sizin O'ndan başka bir ilahınız yoktur. Hâlâ sakınmayacak mısınız*?" (Kur'an, A'raf 7:65; 73; 85)

Bununla birlikte, geçmişte helak edilen her topluluğun, kendisini diğerlerinden ayıran belirli bir günah veya sapma türüyle öne çıktığı görülmektedir. Nûh'un (a.s.) kavmi de bu bağlamda dikkat çekici örneklerden biridir. Söz konusu toplum, başta haddi aşmaları, azgınlaşmaları ve zulümde ileri gitmeleri olmak üzere birçok açıdan bozulmaya uğramıştır. Ayrıca vahyin mesajlarına karşı direnç göstererek kulaklarını, gözlerini ve kalplerini kapatmışlar; kibir ve kendini beğenmişlikleri sebebiyle özellikle alt tabakadan olan müminleri küçümsemiş ve onları yanlarından uzaklaştırmışlardır (Harman, 2007, Cilt 33, s.224-227). Bu özellikleri, toplumun kolektif ahlaki çöküşünün belirgin göstergelerindendir. Kur'ân'da da Nûh kavminin bu durumu şu ifadeyle özetlenir: "*Bunlardan önce yaşayan Nûh'un kavminde de ibretler vardır. Çünkü onlar yoldan çıkmış bir topluluk idi."* (Kur'an, Zâriyât 51:46) Bu ayet, kavmin sapkınlıklarının nasıl bir sonuç doğurduğuna işaret etmektedir.

Âd kavminde öne çıkan temel husus, sahip oldukları güç ve kudrete güvenerek Allah'a meydan okumaları, peygamberlerine isyan etmeleri ve yeryüzünde fesat ile bozgunculuk çıkarmalarıdır. Kur'ân-ı Kerîm'de bu durum şu şekilde ifade edilmektedir: "*İşte Âd! Rablerinin âyetlerini inkâr ettiler; O'nun peygamberlerine âsi oldular ve her inatçı zorbanın emrine uydular*." (Kur'an, Hûd 11:59) Ayette geçen "Rablerinin âyetlerini inkâr etmeleri", onların Allahın delillerini inkâr etmeleri, kendilerini Allah'ın buyruklarına davet eden peygamberlerini reddetmeleri anlamına gelmektedir (et-Taberî, t.y., Cilt 15, s.366).

Âd kavminin dikkat çeken bir diğer niteliği ise, sahip oldukları fiziksel güç ve kudreti mutlak bir üstünlük aracı olarak görmeleri ve kendilerinden daha güçlü hiçbir kimsenin bulunamayacağını düşünmeleridir. Bu durum Fussilet Sûresi'nde şöyle dile getirilir: "*Âd kavmi, yeryüzünde haksız yere büyüklük tasladılar ve 'Bizden daha güçlü kim var?' dediler. Onları yaratan Allah'ın kendilerinden daha güçlü olduğunu düşünmezler miydi? Onlar, âyetlerimizi bile bile inkâr ediyorlardı."* (Kur'an, Fussilet 41:15) Bu ayet, onların peygamberi inkâr etmeleri, ilahi mesajı reddetmeleri ve kibirden kaynaklanan taşkınlıkları sebebiyle ilahi azaba

karşı uyarıldıklarını göstermektedir.

Klasik tefsir kaynakları da Âd kavminin güç ve kudretlerine aldanmış olmalarını çeşitli örneklerle açıklar. Beydâvî, onların fiziksel güçlerine güvenmelerinin bir tezahürü olarak, içlerinden en güçlü kişinin büyük bir kayayı yerinden söküp elleriyle parçaladığına dair rivayetler aktarmaktadır (el-Beyzâvî, 1418, Cilt 5, s.69). Nesefî ise kavmin insanlara zorbalıkla muamele ettiğini, onları acımasızca yakalayıp kamçıyla dövdüklerini ve hatta kılıçla öldürdüklerini belirtir (en-Nesefî, 1438, Cilt 2, s.574). Bu anlatılar, Âd kavminin sahip oldukları güç nedeniyle sınır tanımaz bir zorbalığa yöneldiklerini göstermektedir.

Semûd kavminde öne çıkan husus, yalnızca Allah'a kulluk etmelerini ve aşırılıktan kaçınmalarını öğütleyen peygamberlerini yalanlamaları, kibir ve büyüklük taslamaları, bir mucize ve imtihan olarak kayadan çıkarılıp kendilerine emanet edilen dişi deveyi yapılan tüm uyarılara rağmen öldürmeleri ve bununla yetinmeyerek peygamberlerini öldürmeye teşebbüs etmeleridir (Güç, 2009, Cilt 36, s.32-33). Ayrıca bu kavmin, Allah'ın kendilerine bahşettiği nimetler karşısında şımararak nankörlük sergilediği görülmektedir. İçinde bulundukları maddî imkânlar Kur'ân-ı Kerîm'de açıkça tasvir edilmektedir. Nitekim ilgili ayetlerde şöyle buyrulmaktadır: "*Siz burada; bahçeler ve pınarlar içinde, ekinlerin ve meyveleri tomurcuklanmış hurma ağaçlarının arasında güven içinde bırakılacağınızı ve dağlardan ustalıkla evler oyup yapmayı sürdüreceğinizi mi sanıyorsunuz?"* (Kur'an, Şuarâ 26:146-149)

Benzer şekilde Lût kavmi de Allah'ı inkâr etmekte, peygamberlerini yalanlamakta ve ona çeşitli şekillerde muhalefet etmektedir. Kendi dönemlerinde hiç kimsenin yapmadığı eşcinsel ilişki içerisine girmektedir Ayrıca yolları keserek insanların güvenliğini tehdit ettikleri, onları öldürdükleri ve mallarını gasp ettikleri rivayet edilmektedir. Toplantı meclislerinde uygunsuz söz ve davranışlarda bulunmaları ise toplumun genel ahlaki çöküşünü yansıtan bir başka hususdur. Bu tür fiilleri normalleştirmeleri ve yadırgamamaları, kavmin sapkınlığının boyutunu göstermektedir (İbn-i Kesir, 1421, Cilt 10, s.508).

Kur'ân-ı Kerîm, söz konusu kavmin içinde bulunduğu ahlâkî çöküntüyü açık biçimde haber vermektedir. Bu bağlamda Lût'un (a.s.) peygamber olarak gönderildiği ve kavmini şu sözlerle uyardığı belirtilmektedir: "*Sizden önce insanlardan hiçbirinin işlemediği bir fuhşu mu işliyorsunuz?"* Ardından ise onların bu sapkın tutumları şu şekilde ifade edilmektedir: "*Çünkü siz, kadınları bırakıp cinsel tatmin amacıyla erkeklere yöneliyorsunuz; gerçekten siz haddi aşan bir topluluksunuz*." (Kur'an, A'raf 7:80; 81)

Şuayb (a.s.) kavminde öne çıkan temel günahlar, şirk koşmaları ile ticari hayatta sergiledikleri ahlaksız ve haksız uygulamalardır. Şuayb peygamber, özellikle bu iki alandaki sapmaları ıslah

etmek ve toplumu doğru yola yönlendirmek amacıyla görevlendirilmiştir. (Mevdûdi, 2005, Cilt 2, s.64). Kur'ân-ı Kerîm, söz konusu durumu özlü bir biçimde ortaya koymaktadır. Bu bağlamda Medyen halkına kardeşleri Şuayb'ın (a.s.) peygamber olarak gönderildiği ve onun kavmine şu çağrıda bulunduğu ifade edilmektedir: *"Ey kavmim! Allah'a kulluk edin; sizin O'ndan başka ilâhınız yoktur. Size Rabbinizden açık bir delil gelmiştir. Artık ölçü ve tartıyı tam yapın, insanların mallarını eksiltmeyin ve yeryüzünde ıslah edildikten sonra bozgunculuk yapmayın. Eğer iman edenler iseniz, bu sizin için daha hayırlıdır."* Devamında ise inananları tehdit ederek Allah yolundan alıkoymamaları, her yol başında pusu kurarak hakkı eğri göstermeye çalışmamaları hususunda uyarıldıkları belirtilmekte; az iken çoğaltıldıklarını hatırlamaları ve bozguncuların akıbeti üzerine tefekkür etmeleri istenmektedir. (Kur'an, A'raf 7:85; 86)

Görüldüğü üzere, tarih boyunca helâk edilen topluluklar incelendiğinde dikkat çeken temel husus; Allah'a teslim olmamaları, peygamberlerini yalanlamaları, yeryüzünde fesat çıkarmaları ve nefis ile arzularının peşinden gitmeleridir. Dolayısıyla bu kavimler, yalnızca inançsızlıkları sebebiyle değil, aynı zamanda söz konusu bozucu ve ahlâkî sınırları aşan tutumları nedeniyle cezalandırılmışlardır. "*Rabbin, halkı iyilik peşinde olan ülkeleri haksız yere helâk edecek değildir."* (Kur'an, Hûd 11:117) Bu ayetin tefsirinde Râzi zulüm ifadesini şirk olarak yorumlayıp şu ifadelere yer vermiştir: "Allah Teâlâ, bir belde halkını yalnızca şirk işlemeleri sebebiyle helâk etmez; eğer aralarındaki sosyal ve ticari ilişkilerde ıslah edici bir tutum sergiliyor ve adaleti ayakta tutuyorlarsa kökten bir azap indirilmez. İlâhî azabın toplu hâlde gelmesi, ancak bu toplumun muamelelerinde bozulmanın ortaya çıkması, zulüm ve haksızlıkta ısrar etmeleri hâlinde söz konusu olur. Bu çerçevede sıkça zikredilen 'Mülk küfürle kaim olabilir; ancak zulümle kaim olamaz' sözü de meseleyi özetler niteliktedir. Ehl-i sünnet âlimleri, önceki kavimlerin toplu helâkinin temel sebeplerinden birinin mahlûkata zulmetmek ve insanlara eziyet etmek olduğunu ifade etmişlerdir." (er-Râzî, 1420, Cilt 18, s.410).

Kur'ân-ı Kerîm, geçmiş toplulukların helak edilişlerini aktarırken bu olayları salt bir hikâye olarak değil, insanlar için ibret vesilesi olsun diye anlatır. Nitekim şu ayette de bu amaç açıkça ifade edilir: "*De ki: Yeryüzünde gezip dolaşın da öncekilerin akıbeti nasıl olmuş bir bakın."* (Kur'an, Rûm 30:42)

Helak, zulmeden toplulukların üzerine bir azap olarak gelirken; aynı süreç diğer insanlar için çoğunlukla bir imtihan niteliği taşır (er-Râzî, 1420, Cilt 20, s.228). Özellikle günahkâr ve suç işleyen kimselere gelen musibetler, çoğu zaman uyarıcı mahiyetindedir. Eğer bu musibetlerden ders alır, isyan ve kötülükten vazgeçerlerse, söz konusu musibet onlar için bir nimete dönüşür;

zira bu durum kişinin kendini ıslah etmesine vesile olur (Karagöz, 1995, s.50). Cumartesi yasağını çiğneyenlere verilen cezayı anlatan ayette de aynı ilke vurgulanır: "*Biz bunu hem çağdaşlarına hem de sonradan gelenlere ibret verici bir ceza ve muttakiler için bir öğüt kıldık.*" (Kur'an, A'raf 7:166)

Bu noktada Kur'an, toplum içinde aklıselim ve dini bilgiye sahip kimselerin kötülüklere karşı seyirci kalmamalarını gerekli uyarıları yapmalarını ister. Böylece toplumun daha büyük bir bozulmaya sürüklenmesi ve helake maruz kalması engellenmiş olur. Bu çerçevede Kur'an, sürekli olarak iyiliğin yayılması ve kötülüğün engellenmesi gerektiğini hatırlatır: "*İçinizden hayra çağıran, iyiliği emredip kötülüğü meneden bir topluluk bulunsun. İşte onlar kurtuluşa erenlerdir*." (Kur'an, Âl-I İmrân 3:104) Kur'an ayrıca İsrailoğulları örneğinde, dini önder ve âlimlerin toplumsal kötülükler karşısında sorumluluk taşımaları gerektiğini bildirir: *"Din adamları ve âlimleri onları yalan söylemekten ve haram yemekten menetselerdi ya! Yaptıkları ne kötüdür*!" (Kur'an, Mâide 5:63) Zira kötülükler gizli işlendiğinde zarar öncelikle işleyene aittir; ancak toplumsal bir boyut kazanarak açıkça yapılır ve buna karşı çıkılmazsa, zarar tüm topluma sirayet eder (Okumuş, 2012, s.700).

Neticede bireyin işlediği hata belirli ölçülerde mazur görülebilirken, toplumlar genel davranışlarını düzeltmeleri için mühlet alırlar; fakat bu mühlet sonunda ıslah gerçekleşmezse, helak edilmeleri gündeme gelir (Rahman, 2011, s.100). Böylece Kur'an'ın mesajı, hem bireysel hem de toplumsal düzeyde sürekli bir ıslah, uyarı ve sorumluluk bilincini vurgulamaktadır.

Hülâsa, Allah Teâlâ insanlardan kendilerine bahşedilen akıl ve irade yetilerini doğru yönde kullanmalarını ve gönderilen peygamberlere itaat etmelerini talep etmektedir. Ancak bireyler ve toplumlar bu yetileri yanlış yönde kullanarak Allah'a ve peygamberlerine karşı geldiklerinde, Allah'ın yeryüzüne koymuş olduğu ilahî yasalar olarak ifade edilen *sünnetullah* devreye girmektedir. Geçmişte helâk edilen kavimler de kendilerine verilen nimetler karşısında şımararak nefsî arzu ve isteklerine uymuş, akıl ve iradelerini yanlış yönde kullanmaları ve Allah'a, peygamberlerine karşı gelmeleri sebebiyle helâk edilmişlerdir. Bu nedenle Kur'ân-ı Kerîm, insanları sürekli olarak uyarmakta ve hatırlatmalarda bulunmakta; önceki toplumların başına gelen akıbetin tekrar etmemesi için öğüt ve nasihatler sunmaktadır. Kur'ân'a göre yeryüzünde iyiliğin yayılması, kötülüğün engellenmesi ve toplumsal ıslahın sağlanabilmesi için herkesin sorumluluk üstlenmesi gerekmektedir. Ancak bu şekilde toplumun ahlâkî ve sosyal bakımdan düzelmesi mümkün olacaktır.

SONUÇ

Bu çalışmada, helâk kavramının Kur'ân ayetlerinde yer alan bağlamları incelenmiş; ilahî

mesajlar karşısında geçmiş toplumların peygamberleriyle olan mücadeleleri ve helâk edilen toplulukların helâk edilme sebepleri üzerinde durulmuştur. Sonuç olarak denilebilir ki Allah Teâlâ, insana akıl ve irade yetisi vererek onu dünya hayatında sorumlu bir varlık kılmıştır. İnsandan, kendisine bahşedilen bu yetileri doğru şekilde kullanması, gönderilen peygamberlere karşı çıkmayıp onlara itaat etmesi istenmiştir. Allah Teâlâ, peygamber gönderdiği toplumların ilahî mesajlara kulak vermelerini ve doğru yola yönelmelerini emretmiş; bu uyarılara uyan toplumlar dünya hayatında huzur içinde yaşarken, ilahî uyarılara kulak vermeyip karşı çıkan toplumlar ilahî azaba uğramışlardır.Allah Teâlâ, ilahî mesajlara sırt çeviren toplumları hemen helâk etmemiş; onları önce uyarmış, ardından çeşitli imtihanlardan geçirmiş ve doğru yola dönmeleri için kendilerine süre tanımıştır. Ancak bu süre içerisinde isyanlarını sürdürmeleri hâlinde, Allah'ın değişmez yasası olarak ifade edilen *sünnetullah* devreye girmiştir.

Geçmişte helâk edilen topluluklar incelendiğinde, hepsinin ortak özelliklerinin Allah'a ortak koşmaları ve yeryüzünde bozgunculuk çıkarmaları olduğu görülmektedir. Bununla birlikte her toplumu diğerlerinden ayıran bazı özgün günahlar da dikkat çekmektedir. Lût kavminin kadınları bırakıp erkeklerle cinsel ilişkiye girmeleri, Semûd kavminin kendilerine mucize olarak gönderilen dişi deveyi kesmeleri, Şuayb (a.s.) kavminin ise ölçü ve tartıda hile yaparak eksik ölçüp fazla almaları bu duruma örnek olarak gösterilebilir.

Allah Teâlâ, geçmiş toplulukları yalnızca şirk koştukları için değil; bunun yanında yeryüzünde bozgunculuk yapmaları, kötülükleri açıkça işlemeleri ve bu kötülüklerin toplumda yaygınlaşması sonucunda artık ıslah ümidi kalmadığı zaman helâk etmiştir. Bu bağlamda insanlardan beklenen, yeryüzünde iyiliği yaymak, toplumu ıslah etmek ve kötülüğün önüne geçmek için sorumluluk almalarıdır. Aksi takdirde toplumda ortaya çıkan bozulma zamanla herkesi etkiler; hatta iyiliğe engel olmayan ve kötülüğe karşı durmayan iyi kimseler dahi bu olumsuz sonuçlardan paylarını alırlar.

Kur'ân-ı Kerîm, birçok ayetinde geçmişte helâk edilen toplumları örnek göstererek müminleri uyarmakta; onların başına gelen kötü sonun tekrar etmemesi için bu kıssalardan ders çıkarılması gerektiğini vurgulamaktadır. Aksi hâlde, aynı şartların oluşması durumunda benzer sonuçların sonraki toplumlar için de kaçınılmaz olacağı bildirilmektedir.

KAYNAKÇA

Beyzâvî, N. E. S. (1418). *Envârü't-tenzîl ve esrârü't-te'vîl* (c. 1–5). Dâru İhyâʾi't-Türâsi'l-ʿArabî.

Güç, A. (2009). Sâlih. İçinde *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi* (ss. 1–46). TDV Yayınları.

Harman, Ö. F. (2007). Nûh. İçinde *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi* (ss. 1–46). TDV Yayınları.

İbn Haldun. (2013). *Mukaddime II* (T. Dursun, Çev.; 4. bs.). Kaynak Yayınları.
İbn Kesîr, E.-F. İ. b. Ö. b. K. ed-Dımaşkī. (1420). *Tefsîrü'l-Ḳurʾâni'l-ʿaẓîm* (2. bs., c. 1–8). Dâru't-Tayyibe.
İbn Kesîr, E.-F. İ. b. Ö. b. K. ed-Dımaşkī. (1421). *Tefsîrü'l-Ḳurʾâni'l-ʿaẓîm* (c. 1–14). Kurtuba.
İbn Manzûr. (2016). *Lisânü'l-ʿArab* (A. A. el-Kebîr, M. Ahmed & H. M. eş-Şâzilî, Ed.; c. 1–6). Dârü'l-Maʿârif.
Karagöz, İ. (1995). *Kur'an'a göre musibetler açısından insan ve toplum*. Çelik Yayınevi.
Karaman, H., Çağrıcı, M., Dönmez, İ. K., & Gümüş, S. (2014). *Kur'ân Yolu: Türkçe meâl ve tefsir*. Diyanet İşleri Başkanlığı Yayınları.
Mevdûdî, E.-A. (2005). *Tefhîmu'l-Kur'ân: Kur'ân'ın anlamı ve tefsiri* (M. H. Kayanî vd., Çev.; c. 1–7). İnsan Yayınları.
Nesefî, E.-B. H. A. b. A. b. M. en-. (1438). *Medârikü't-tenzîl ve hakāʾiku't-teʾvîl* (1. bs., c. 1–3). Dâru İbn Kesîr.
Okumuş, E. (2012). *Diyanet İlmi Dergi: Kur'ân Özel Sayısı* (2. bs.).
Râgıb el-İsfahânî, E.-K. H. b. M. b. el-M. (2008). *El-müfredât fî garîbi'l-Kur'ân* (M. S. Keylânî, Ed.). Dârü'l-Maʿrife.
Râzî, F. (1420). *Mefâtîhu'l-ġayb* (3. bs., c. 1–32). Dâru İhyâʾi't-Türâsi'l-ʿArabî.
Rahman, F. (2011). *Ana konularıyla Kur'an* (A. Açıkgenç, Çev.; 11. bs.). Ankara Okulu Yayınları.
Taberî, E. C. M. b. C. b. Yezîd el-Âmülî. (t.y.). *Câmiʿu'l-beyân ʿan teʾvîli âyi'l-Kurʾân* (c. 1–24). Dârü't-Terbiye ve't-Türâs.

İSLAM DÜŞÜNCESİNDE GELENEK, KİMLİK VE SİYASET: MİLLÎ GÖRÜŞ HAREKETİ ÜZERİNE BİR ANALİZ

Doç. Dr. Ayhan IŞIK
Karabük Üniversitesi İlahiyat Fakültesi, İslam Mezhepleri Tarihi Ana Bilim Dalı, Karabük, Türkiye
ORCID: 0000-0002-7017-2583
Emine Betül FAZLIOĞLU
Karabük Üniversitesi, İlahiyat Fakültesi, İslam Mezhepleri Tarihi Yüksek Lisans Mezunu

ÖZET

İslam düşüncesi, vahiy kaynaklı ilkeler ile beşerî yorumların etkileşimi sonucunda şekillenen çok katmanlı bir entelektüel gelenektir. Bu gelenek, tarihsel süreç boyunca farklı kültürel ve siyasal bağlamlarda yeniden anlam kazanmış, modern dönemde ortaya çıkan kimlik bunalımları, modernleşme dinamikleri ve Batı karşısındaki konumlanma arayışları, "gelenek" kavramının İslam siyaset düşüncesindeki yerini yeniden tartışmaya açmıştır. Türkiye'de bu tartışmanın en belirgin siyasal karşılıklarından biri ise Millî Görüş hareketidir. Ancak hareketin düşünsel temellerinde geleneğin nasıl konumlandığına ilişkin literatürde bütüncül analizlerin sınırlı kaldığı görülmektedir. Bu çalışma, söz konusu boşluğu gidermek amacıyla Millî Görüş'ün geleneği nasıl kavramsallaştırdığını, bu kavramsallaştırmayı hangi teorik ilkeler üzerinden siyasal söyleme dönüştürdüğünü ve hareketin İslam siyaset düşüncesindeki özgün konumunu incelemektedir. Nitel-deskriptif bir yöntem benimsenmiş, Erbakan'ın konuşmaları, hareketin kurucu metinleri ve siyasal söylemi içerik analiziyle değerlendirilmiş, elde edilen bulgular modern İslamcılık ve gelenek tartışmalarıyla karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır. Ayrıca çalışma, Millî Görüş'ün tevhid merkezli epistemolojisini, "ahlak ve maneviyat" vurgusunu, "Adil Düzen" modelini ve "İslam Birliği" idealini geleneğin çağdaş yorumları bağlamında konumlandırarak hareketin siyasal vizyonunu şekillendiren normatif ve entelektüel temelleri açığa çıkarmaktadır. Bu çerçevede Millî Görüş'ün geleneği hem modernleşme süreçlerine karşı bir kimlik koruma mekanizması hem de toplumsal dönüşüm için kurucu bir kaynak olarak nasıl işlevselleştirdiği ortaya konmaktadır. Analizler, Millî Görüş'ün geleneği durağan bir geçmiş tasavvuru olarak değil; kalkınma, medeniyet, ahlak, adalet ve kimlik politikalarını şekillendiren dinamik ve kurucu bir referans alanı olarak yorumladığını göstermektedir. Çalışma, bu yönüyle modern İslamcı hareketlerde gelenek–kimlik–siyaset ilişkisini inceleyen literatüre teorik ve analitik bir katkı sunmayı amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Gelenek, İslam Düşüncesi, Millî Görüş, Siyasal İslam, Necmettin Erbakan.

TRADITION, IDENTITY AND POLITICS IN ISLAMIC THOUGHT: AN ANALYSIS OF THE MİLLİ GÖRÜŞ MOVEMENT

ABSTRACT

Islamic thought is a multi-layered intellectual tradition shaped by the interaction of the revelation-derived principles and human interpretations. Throughout history, this tradition has regained meaning in different cultural and political contexts. In the modern era, identity crises, modernization dynamics, and the efforts to position against the West have brought forward the place of the concept of 'tradition' in Islamic political thought again. One of the most prominent political manifestations of this debate in Turkey is the *Millî Görüş* (lit. 'National Vision') movement. However, reviewing the literature regarding how tradition is positioned within the intellectual foundations of the movement, it may be stated that the comprehensive analyses remain limited. Aiming to fill this gap, the present study scrutinizes how *Millî Görüş* conceptualizes tradition, through which theoretical principles it transforms this conceptualization into political discourse, and the movement's unique position within Islamic political thought. Adopting a qualitative-descriptive method, the study evaluates Necmettin Erbakan's speeches, the movement's founding texts, and its political discourse through content analysis. The findings are then examined comparatively with discussions on modern Islamism and tradition. Furthermore, by positioning *Millî Görüş*'s monotheism-centred epistemology, its emphasis on 'morality and spirituality', its economy model called 'the Just Order' (*Adil Düzen*), and its ideal of 'Islamic Unity' within the context of contemporary interpretations of tradition, the study reveals the normative and intellectual foundations shaping the political vision of the movement in question. In this framework, the study demonstrates how Millî Görüş functionalized tradition both as a mechanism for preserving identity against modernization processes and as a foundational source for social transformation. The analyses indicate that Millî Görüş interprets tradition not as a static conception of the past, but as a dynamic and foundational point of reference that shape policies of development, civilization, morality, justice, and identity. The study aims to provide a theoretical and analytical contribution to the literature dealing with the relationship between tradition, identity, and politics in modern Islamist movements.

Keywords: Tradition, Islamic Thought, Millî Görüş, Political Islam, Necmettin Erbakan.

GİRİŞ

İslam düşüncesinde gelenek, dinî bilginin tarihsel sürekliliğini ve toplumsal aktarımını mümkün kılan temel bir referans alanı olarak ele alınmaktadır. Araştırma, İslam düşüncesinde gelenek, gelenekçilik ve gelenekselcilik kavramlarını ele alan klasik ve çağdaş akademik literatür ile Millî Görüş hareketine ilişkin birincil ve ikincil kaynaklara dayanmaktadır. Bu kapsamda Erol Güngör, Sönmez Kutlu, Tahsin Görgün ve Nurullah Koltaş gibi müelliflerin çalışmaları temel başvuru metinleri olarak değerlendirilmiştir. Söz konusu literatür, geleneğin yalnızca geçmişe ait ve donmuş bir yapı olmadığını, süreklilik, aktarım ve yeniden anlamlandırma süreçleriyle varlığını sürdüren dinamik bir olgu olduğunu ortaya koyarak çalışmanın kavramsal zeminini tahkim etmiştir.

Bu çerçevede Erol Güngör'ün, İslam'ı tarihsel koşullar karşısında kendini yenileyebilme kapasitesine sahip bir değerler sistemi olarak ele alan yaklaşımı, Millî Görüş'ün gelenek anlayışının katı ve muhafazakâr bir korunmacılıktan ziyade, dönüştürücü ve kurucu bir nitelik taşıdığını ortaya koymada temel bir referans noktası teşkil etmiştir.

Millî Görüş hareketinin düşünsel arka planının incelendiği bölümde, Necmettin Erbakan'a ait birincil kaynaklara ağırlık verilmiştir. *Davam* ve *Erbakan Külliyatı* gibi eserler, hareketin kavramsal dünyasını, siyasal hedeflerini ve medeniyet tasavvurunu doğrudan yansıtan kurucu metinler olarak değerlendirilmiştir. Bu metinler üzerinden Millî Görüş'ün kendisini nasıl konumlandırdığı, İslâm düşüncesiyle kurduğu teorik ve pratik ilişki ile modern dünyaya yönelttiği eleştiriler analiz edilmiştir. Kaynak temelli bu yaklaşım, çalışmanın yorumlayıcı derinliğini güçlendirmiş; Millî Görüş söyleminin, dışarıdan atfedilen anlamlar yerine kendi iç tutarlılığı ve kavramsal bütünlüğü çerçevesinde değerlendirilmesine imkân sağlamıştır.

İkincil kaynaklar ise Millî Görüş hareketinin tarihsel, siyasal ve toplumsal bağlamı içinde konumlandırılmasına önemli katkılar sunmuştur. Abdulkadir Macit, Mehmet Ali Büyükkara, Talip Tuğrul ve Hüseyin Arslan gibi araştırmacıların çalışmaları, Millî Görüş'ün Türkiye'deki İslamcı hareketler içerisindeki konumunu, diğer ideolojik yönelimlerle kurduğu ilişkileri ve siyasal pratiklerini çözümlemeye imkân tanımıştır. Bu sayede hareket, yalnızca kendi söylemi üzerinden değil, aynı zamanda akademik literatürdeki eleştirel ve analitik değerlendirmeler çerçevesinde de ele alınabilmiştir. Buna ek olarak, Millî Görüş'ün ekonomik ve siyasal boyutlarını açıklamak amacıyla konuya ilişkin akademik makalelerden yararlanılmış, İslam Birliği ve D-8 gibi girişimlere odaklanan çalışmalar ise hareketin uluslararası ilişkiler vizyonunun anlaşılmasında tamamlayıcı bir işlev üstlenmiştir.

Bu çerçevede çalışma, Millî Görüş'ün gelenekle kurduğu ilişkiyi hem hareketin kendi söylemi

hem de akademik literatürdeki değerlendirmeler ışığında ele alarak, İslam düşüncesi geleneği ile modern siyasal pratikler arasındaki etkileşimi bütüncül bir perspektifle incelemeyi amaçlamaktadır.

1. İslam Düşüncesinde Gelenek

"İslam düşüncesi" kavramı modern bir terim olmakla birlikte, sınırları üzerinde tam bir uzlaşı sağlanmış yeknesak bir tanıma sahip değildir. En genel çerçevede İslâm düşüncesi, Müslüman âlimlerin tarihsel süreç içerisinde ortaya koydukları entelektüel birikimi ifade eder. Bu birikimin "İslam düşüncesi" olarak nitelendirilmesi yalnızca düşünürlerin Müslüman kimliğinden kaynaklanmaz, aynı zamanda Kur'an ve Sünnet'in bu düşünsel üretimin oluşumunda belirleyici ve yönlendirici temel referanslar olarak kabul edilmesinden kaynaklanır (Bayrakdar, 2007, s. 3). İslâm düşüncesi, tarihsel süreç boyunca farklı kültür ve medeniyetlerle yoğun temas hâlinde gelişmiş; karşılaştığı her entelektüel çevreden belirli ölçülerde etkilenirken, aynı zamanda bu çevreleri etkileyerek karşılıklı bir etkileşim ve zenginleşme süreci üretmiştir (Sekman, 2018, s. 242). Antik Yunan felsefesi, İran ve Hint düşünce gelenekleri, Yahudi ve Hristiyan teolojileri ile modern Batı düşüncesi, bu çok katmanlı etkileşim alanının başlıca örnekleri arasında yer almaktadır. Bununla birlikte söz konusu etkileşim, İslâm düşüncesinin ilahî temellerini gölgelememiş; aksine vahiy merkezli epistemolojinin farklı tarihsel bağlamlarda yeniden yorumlanmasına imkân tanıyarak düşünsel sürekliliği besleyen temel dinamiklerden biri hâline gelmiştir. Bu durum, İslâm düşüncesinin durağan bir yapı olmadığını; bilakis vahiy kaynaklı ilkeler ile beşerî tecrübenin sürekli etkileşimi içinde yeniden şekillenen, farklı kültürel ve entelektüel bağlamlarla irtibat hâlinde gelişen dinamik bir gelenek olduğunu ortaya koymaktadır (Macit, 1992, s. 30).

Düşünme, insanın varoluşsal yapısının temel unsurlarından biridir ve İslâm düşüncesinde bu faaliyetin sorumluluğunu üstlenen özne, ilahî teklifin muhatabı olan Müslümandır. İslâm geleneğinde insan, ilahî yükümlülükle karşı karşıya bulunan bir varlık olarak bu teklifi kabul etmekle mükelleftir. Söz konusu kabul, yalnızca imanî bir tasdiki değil, aynı zamanda ilahî kaynaklı bilgiye yönelmeyi de ifade eder (el-Ahzâb 33/72). Bu çerçevede insanın ortaya koyduğu düşünsel üretim, ya aklın tecrübe ve muhakeme kapasitesine ya da vahyin rehberliğine dayanmakta; çoğu zaman her iki alan arasındaki etkileşim içerisinde şekillenmektedir. Bu çerçevede İslâm düşüncesinin iki temel kaynağından söz edilebilir: ilahî vahiy ve insan aklı. Vahiy, yalnızca Kur'an metnini değil, Hz. Peygamber'in sünnetini de kapsayan bütüncül bir bilgi alanını ifade eder. Aklın ürettiği düşünceler ise vahyin belirlediği ilke ve sınırlar içerisinde anlam kazanır; zira vahyin temel esaslarıyla açık biçimde çelişen bir yorum, İslâm düşüncesinin

kavramsal zemini dışında değerlendirilir. Bu iki kaynak arasındaki etkileşim, İslâm düşüncesinin hem ilahî hem de beşerî boyutlar taşıyan çift yönlü karakterini ortaya koymaktadır (Fazlıoğlu, 2024, s. 17-18). Hz. Peygamber'in vefatından sonra teşekkül eden İslâmî ilimler geleneği, söz konusu kaynakları sistematik bir çerçevede ele alarak İslâm'ın bütüncül dünya tasavvurunu inşa etmeye yönelmiştir. Temel ilkeler ilahî kaynaklı olmakla birlikte, bu ilkeler etrafında şekillenen düşünsel miras, tarihsel ve kültürel koşullar içerisinde gelişen beşerî bir yorum geleneği niteliği taşımaktadır (Koltaş, 2013, s. 20).

İslâm düşüncesinin hem ilahî hem de beşerî kaynaklara dayanması, bu iki unsurun yorumlanış biçimlerindeki farklılıklar doğrultusunda zamanla çeşitli düşünce ekollerinin ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır. Erken dönem İslâm entelektüel geleneğinde bu çeşitliliğin en belirgin yansımalarından biri, Ashâbü'l-hadîs ile Ashâbü'r-re'y arasında şekillenen metodolojik ayrışmadır. Ashâbü'l-hadîs, vahyi merkezî referans kabul eden ve nakle dayalı bilgi anlayışını önceleyen bir yaklaşım benimsemiş; dinî metinlerin muhafazası, rivayetlerin güvenilirliği ve geleneksel aktarımın sürekliliğini temel ilke olarak görmüştür. Buna karşılık Ashâbü'r-re'y, aklî muhakemenin ve içtihadın belirleyici rolünü vurgulayan, metni tarihsel ve bağlamsal çerçeve içerisinde anlamlandırmayı amaçlayan daha yorumlayıcı bir metodoloji geliştirmiştir (Şık, 2017, 48-51). Bu iki ekol arasındaki farklılaşma, İslâm düşüncesinde "gelenek" ile "aklî yorum" arasındaki dengenin nasıl tesis edildiğini göstermesi bakımından önem taşımaktadır. Ashâbü'l-hadîsin metodolojik yaklaşımı, vahyin otoritesini merkeze alması sebebiyle sahih rivayetlerin muhafazasını esas alan güçlü bir gelenek bilinci üretmiştir (Aydınlı, 1994, s. 507-508). Buna karşılık rey ekolü, beşerî aklın ilahî rehberlik karşısındaki konumunu ve işlevini tartışma alanına dâhil ederek yorumun imkânlarını genişletmiş (Kılıçer, 1994, s. 520-524); bu yönüyle İslâm düşünce geleneğinin çoğulcu ve dinamik bir yapı kazanmasına katkı sağlamıştır.

"Gelenek" kavramı sosyal bilimlerde farklı şekillerde tanımlanmakla birlikte, "genel olarak bir topluluğun geçmiş kuşaklardan devraldığı ve çeşitli aktarım mekanizmaları aracılığıyla sonraki nesillere intikal ettirdiği maddî ve manevî birikimin bütünü olarak anlaşılmaktadır (Yılmaz, 2005, s. 40)." Bu çerçevede İslâm düşüncesinde gelenek, dinî bilginin otoritesini, sürekliliğini ve meşruiyetini teminat altına alan kurucu bir zemin işlevi görmektedir. Bununla birlikte gelenek, donmuş ve değişmez bir yapı olmayıp her dönemde yeniden yorumlanmaya imkân tanıyan esnek bir karaktere sahiptir. Bu esneklik, düşünceye bir yandan tarihsel süreklilik kazandırırken diğer yandan yeni entelektüel açılımların ortaya çıkmasına zemin hazırlamaktadır. Böylece İslâm düşüncesi, kökleriyle bağını muhafaza ederken aynı zamanda değişen toplumsal ve kültürel şartlarla irtibat kurabilen, canlı ve dinamik bir düşünce geleneği

olma niteliğini sürdürmektedir.

Gelenekselci yaklaşım, İslâm'ın özünü teşkil eden vahiy-sünnet bütünlüğünün tarihsel süreklilik içinde muhafaza edilmesini temel ilke olarak benimser (Kutlu, 2007, s.25). Bu yaklaşımın, Kur'an ve Sünnet dışındaki unsurları bütünüyle bid'at olarak değerlendiren (Büyükkara, 2017, s. 58-59) aşırı yorumlara sahip örnekleri bulunsa da bu çalışmada "geleneksel" kavramı öncelikle vahye bağlılığı esas alan bir tutumu ifade etmektedir. Bu bağlamda gelenek, ilahî vahyin belirlediği sınırlar dâhilinde teşekkül etmiş ilmî ve fikrî birikimi korumayı ve sürekliliğini sağlamayı amaçlayan bir perspektif olarak ele alınmaktadır. Bu bağlılık, düşünsel üretimi sınırlayan bir tutumdan ziyade, fikrî faaliyetin meşruiyet sınırlarını tayin eden kurucu bir referans işlevi görmektedir. Kur'an, insanı yalnızca metnin lafzına bağlı kalmaya değil; aynı zamanda akletmeye, tefekkür etmeye ve ilahî mesajın anlam ufkuna nüfuz etmeye davet eden bir hitap diline sahiptir. "Hiç akletmez misiniz? (el-Bakara 2/44)" ve "Düşünmüyor musunuz? (el-Enbiyâ 21/10)" gibi ayetler, düşünsel faaliyetin vahyin özüyle çelişmediğini, aksine vahyin doğrudan talep ettiği bir sorumluluk alanı olduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Benzer biçimde Hz. Peygamber'in uygulamalarında istişareye verilen önem, farklı içtihatlara müsamaha gösterilmesi ve karşılaşılan yeni durumlarda vahyin maksatlarına uygun çözümler üretilmesi, düşünsel üretimin Sünnet'in tabiî bir unsuru olduğunu göstermektedir. Nitekim Muâz b. Cebel'in Yemen'e gönderilişi sırasında, Kur'an ve Sünnet'te açık bir hüküm bulunmadığında içtihadıyla hareket etmesinin teşvik edilmesi, aklî muhakeme ve yorumun meşruiyetini teyit eden çarpıcı örneklerdendir. Bu çerçevede gelenekselci yaklaşım, vahye bağlılığı merkeze almakla birlikte, Kur'an ve Sünnet'in anlam dünyası içerisinde yürütülen düşünsel çabayı hem gerekli hem de meşru kabul etmektedir. Dolayısıyla İslâm düşüncesi, salt muhafazakâr bir tutuma indirgenemeyecek ölçüde dinamik, yoruma ve anlam üretimine açık bir karakter arz etmektedir.

Bu çerçevede Erol Güngör, İslâm'ı statik bir yapıdan ziyade, farklı tarihsel dönemler ve toplumsal şartlar içinde yeniden anlamlandırılabilen dinamik bir değerler sistemi olarak ele alır. Ona göre İslâm, belirli bir kültürel birikim, coğrafya ve tarihsel bağlamda ortaya çıkmış olmakla birlikte, bu değerlerin hayata geçirilme biçimi her çağın toplumsal ve siyasal imkânlarına bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Güngör'e göre İslâm medeniyetinin sürekliliği, Abbâsî hilafetinin siyasal örgütlenme modelinin veya tarihsel fetih tecrübelerinin birebir yeniden üretilmesine değil, temel ilkelerin çağın şartları içinde yeniden anlamlandırılmasına bağlıdır. Asıl belirleyici olan husus, İslâm'ın temel ilkelerinin farklı

zaman ve mekânlarda yeniden yorumlanabilme kapasitesidir. Bu perspektife göre her dönem, kendi tarihsel şartları doğrultusunda İslâm düşüncesine yeni yorum imkânları sunmakta; modern dünyanın ortaya çıkardığı imkânlar ise İslâm'ın değerler sisteminin daha geniş, işlevsel ve güncel bir uygulama alanı bulmasına zemin hazırlamaktadır (Güngör, 2020, s. 84).

Bu değerlendirmeler, geleneğin yalnızca geçmişi muhafaza eden durağan bir miras olmadığını; aksine her dönemin toplumsal ve siyasal şartları doğrultusunda yeniden yorumlanıp uygulanabilen dinamik bir unsur olduğunu ortaya koymaktadır. Gelenek, içinde şekillendiği tarihsel ve toplumsal gerçekliği bütüncül biçimde kavrayarak bu gerçekliğe uygun çözüm üretme kapasitesi kazandığında hem işlevsel hem de kurucu bir nitelik kazanır (Görgün, 1996, s. 156). Bu çerçevede İslâm düşüncesindeki gelenek, ilkesel bağlılığı muhafaza ederken çağın ihtiyaçlarına cevap verebilecek yorum imkânlarını da bünyesinde barındıran esnek bir yapı arz etmektedir. Söz konusu yapısal esneklik, modern dönemde ortaya çıkan çeşitli siyasal ve fikrî hareketlerde açık biçimde gözlemlenmektedir. Bu hareketlerden biri olan Millî Görüş, İslâmî geleneği merkeze almakla birlikte, onu çağdaş siyasal ve toplumsal sorunlar karşısında yeniden anlamlandırma çabasıyla dikkat çeken özgün bir örnek teşkil etmektedir. Bu bağlamda Millî Görüş hareketinin düşünsel temellerini incelemek, geleneğin modern bağlamda nasıl dönüştürüldüğünü ve bu dönüşümün siyasal söylemde hangi kavramsal ve pratik araçlarla karşılık bulduğunu anlamak açısından özel bir önem taşımaktadır.

2. Millî Görüş Hareketinin Düşünsel Temelleri

Türkiye'nin yakın siyasal tarihinde önemli bir yer tutan Millî Görüş Hareketi, 1960'lı yılların sonlarında Prof. Dr. Necmettin Erbakan'ın liderliğinde ortaya çıkmıştır. Hareket, Batı merkezli kalkınma modellerine, ahlâkî çözülmeye ve sekülerleşme politikalarına yönelttiği eleştirileri, İslâmî değerleri merkeze alan özgün bir siyasal perspektif çerçevesinde temellendirmiştir. Bu yönüyle Millî Görüş, modernleşme sürecine eleştirel yaklaşan ve alternatif bir toplumsal-siyasal düzen tasavvuru geliştirmeyi amaçlayan bir hareket olarak dikkat çekmektedir. Bu dönemde ve sonrasında siyasal alanda etkili olan sağ partiler, dinî değerlere farklı düzeylerde atıfta bulunmuş olsalar da Millî Görüş, söz konusu değerleri yalnızca kültürel veya sembolik bir referans alanı olarak değil, toplumsal dönüşümün ve siyasal ideolojinin kurucu unsurları olarak konumlandırması bakımından diğer hareketlerden ayrılmaktadır. Erbakan'ın yaklaşımı, İslâm'ı salt bir kimlik göstergesi ya da söylem aracı olarak değil, toplumsal hayatın yönlendirici ve belirleyici bir ilkeler bütünü olarak değerlendiren bir anlayışı yansıtmaktadır. Bu çerçevede Millî Görüş, bir yandan İslâm düşüncesi geleneğinden beslenirken, diğer yandan modern dönemin siyasal, ekonomik ve toplumsal sorunlarına kendi kavramsal çerçevesi içerisinde

çözüm üretmeyi hedeflemiştir. Erbakan'ın liderliğinde şekillenen bu düşünsel yapı, Adil Düzen, İslâm Birliği, ahlâk ve maneviyat gibi temel ilkeler etrafında sistematik bir bütünlük kazanarak, hareketin siyasal söylem ve pratiklerinin ana eksenini oluşturmuştur.

2.1. Tevhid ve İslam Merkezli Düşünce

Millî Görüş Hareketi'nin düşünsel çerçevesinin merkezinde tevhid anlayışı yer almaktadır. Erbakan'a göre Müslüman bir millet tarafından inşa edilecek toplumsal düzen, tevhid ve adalet ilkeleri üzerine temellendirilmelidir (Ersoy, 2015, s. 60). Bu bağlamda tevhid, Allah'ın birliğine iman etmekle birlikte aynı zamanda bu inancın hayatın bütün alanlarında belirleyici kılınmasını ifade eder. Bu yaklaşım, dini yalnızca bireysel inanç ve ibadet alanıyla sınırlandıran anlayışları reddetmekte; siyaset, ekonomi ve toplumsal düzenin tamamının ilahî ilkeler doğrultusunda şekillendirilmesini öngörmektedir. Erbakan, *"İslam'ın dışında hiçbir hak ve hakikat kaynağı yoktur. Fen ve hikmet, sanat ve sanayi dahi İslam'ın içindedir ve onun bir şubesidir. İlhamını Kur'an'dan almayan hiçbir ilim ve teknik asla hayra vesile olamaz; şerden ve zarardan arınmış sayılamaz"* ifadeleriyle, İslam'ı hayatın bütün alanlarını kuşatan nihai referans çerçevesi olarak konumlandırmıştır (Erbakan, 2014, s. 39)." Bu perspektife göre gerçek bilgi ve hakikat, ancak ilahî vahyin rehberliğinde anlam kazanmakta; insanî faaliyetlerin değer ve meşruiyeti de bu rehberlikle ilişkilendirilmektedir.

Bu çerçevede akıl, kendi başına hakikati kuran bağımsız bir kaynak olarak değil; mukayese ve muhakeme yoluyla vahyin işaret ettiği istikameti kavramaya yönelen bir yeti olarak konumlandırılmaktadır (Deniz, 2018, s. 236). İslâmî perspektife göre, vahyin rehberliğinden kopuk bir aklın insanı hakikate değil, yanılgıya sürükleyeceği kabul edilmektedir. Buna karşılık akıl, iman bilinciyle yönlendirildiğinde büyük bir imkân ve nimet olarak değerlendirilirken, heva ve hevesin etkisi altına girdiğinde sapma ve tahrif kaynağına dönüşebilmektedir (Bolay, 1989, s. 239). Bu bağlamda akıl, Millî Görüş düşüncesinde reddedilen değil, doğru referanslarla sınırları belirlenmiş ve sorumluluk bilinciyle işletilmesi gereken bir idrak aracı olarak değerlendirilmektedir (Erbakan, 2014, s. 39).

Erbakan'a göre insanlığın karşı karşıya kaldığı adaletsizlikler, sömürü ilişkileri ve ahlaki çözülme olgusu, esas itibarıyla tevhid bilincinden uzaklaşmanın doğrudan bir sonucudur (Erbakan, 2014, 1/235). Bu nedenle Millî Görüş düşüncesinde İslâm, yalnızca bireysel ibadet pratikleriyle sınırlandırılmış bir inanç alanı olarak değil; toplumsal düzeni, siyasal yapıyı ve ahlaki değerleri bütünlüklü biçimde kuşatan kapsamlı bir hayat nizamı olarak ele alınmaktadır. Erbakan'a göre Müslümanlar, ilahî hakikate dayanan ve bu yönüyle beşerî ideolojilerin tamamından üstün olan kapsamlı ve yetkin bir düşünce sistemine sahiptir. Ancak Batı merkezli

düşünce biçimlerinin zamanla Müslüman toplumların zihinsel dünyasında belirleyici hâle gelmesi, bu toplumların kendi özgün hakikat referanslarından uzaklaşmalarına yol açmıştır. Bu süreç, Müslüman bireylerin İslam'ın temel hakikatlerini sağlıklı biçimde idrak edememelerine ve söz konusu ilkeleri hayat pratiklerine yansıtmakta zorlanmalarına neden olmuştur (Erbakan, 2014, s. 55-58).

Erbakan, konuşmalarında sıklıkla İslam'a ve İslam Peygamberi'ne atıfta bulunarak Hz. Muhammed'i insanlık için en mükemmel örnek olarak takdim etmektedir. Ona göre kurtuluş, Batı merkezli düşünce kalıplarını taklit etmekte değil; İslam'ın üstünlüğünü kabul ederek bu hakikatleri yeniden toplumsal hayata hâkim kılmakta yatmaktadır (Erbakan, 2014, s. 47-50). Bu çerçevede Millî Görüş, İslam'ı toplumsal düzenin kurucu ilkesi olarak konumlandırmakta ve çağdaş dünyanın karşı karşıya olduğu sorunlara ilahî hakikat perspektifinden çözüm üretmeyi amaçlamaktadır.

2.2. Ahlak ve Maneviyatçılık

Millî Görüş düşüncesinin merkezinde yer alan temel ilkelerden biri, Erbakan'ın sıkça vurguladığı "önce ahlak ve maneviyat" anlayışıdır. Bu ilke, Millî Görüş'ün siyasal, toplumsal ve ekonomik tasavvurunun yalnızca teknik düzenlemelere değil, aynı zamanda güçlü bir ahlaki ve manevi zemine dayanması gerektiği fikrini ifade etmektedir. Erbakan'a göre bir milletin kendi kimliğini muhafaza edebilmesi ve dış etkiler karşısında bağımsız bir duruş sergileyebilmesi, ancak kendi manevî değerlerinden beslenen bilinçli bir toplum yapısıyla mümkündür. Nitekim bu yaklaşım, Millî Görüş'ün "Türk halkının başka milletlerin empozesi olmadan, kendi iradesiyle benimsediği değerlerin bütünü" olduğu yönündeki tanımıyla da örtüşmektedir (Ergin, 2006, s. 58). Bu çerçevede ahlak ve maneviyat, Millî Görüş düşüncesinde tali unsurlar değil; siyasal ve toplumsal düzenin kurucu ve belirleyici bileşenleri olarak konumlandırılmaktadır.

Erbakan, maneviyatçılığı yalnızca bireysel dindarlık düzeyine indirgenen bir tutum olarak ele almamakta; onu toplumsal düzenin ve devlet yapısının sürdürülebilirliği açısından vazgeçilmez bir unsur olarak değerlendirmektedir. Bu bağlamda maneviyatçı bir yaklaşımın, anayasal düzenle uyumlu bir toplumsal sorumluluk bilinciyle birlikte düşünülmesi gerektiğini özellikle vurgular. Erbakan'a göre ahlaki ve manevi değerlerden yoksun bir kalkınma anlayışı, her ne kadar maddi ilerleme izlenimi verse de uzun vadede toplumları derin bir ahlaki ve sosyal çözülmeye sürüklemektedir (Erbakan, 2014, 1/371).

Erbakan bu yaklaşımını, Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı görüşmeleri sırasında Türkiye Büyük Millet Meclisi'nde yaptığı konuşmada, özellikle yeni nesillerin yetiştirilmesi meselesi

üzerinden açık biçimde dile getirmiştir. Söz konusu konuşmada gençliğin materyalist düşünce kalıplarından uzaklaştırılarak maneviyat merkezli bir bilinçle yetiştirilmesinin zorunluluğuna dikkat çekmiştir. Erbakan'a göre mevcut eğitim sistemi, çocuklara ağırlıklı olarak teknik beceriler kazandırmayı hedeflemekte; buna karşılık ahlaki değerleri ihmal etmektedir. Ahlak ve maneviyatla desteklenmeyen bir eğitim anlayışı ise bireyi toplumsal sorumluluk bilincinden uzaklaştırmakta ve gençliğin sahip olduğu bilgi ve imkânların hayır yerine zarara yönelmesine zemin hazırlamaktadır. Bu nedenle Erbakan, rahmet, merhamet, iffet ve şefkat gibi ahlaki değerlerin genç kuşaklara kazandırılmasını toplumsal kurtuluşun temel şartları arasında görmektedir (Erbakan, 2014, s. 1/370). Bu değerlendirmeler, Millî Görüş düşüncesinde ahlak ve maneviyatın, toplumsal kalkınmanın kurucu bileşenleri olarak konumlandırıldığını açık biçimde ortaya koymaktadır. Bu anlayışta, eğitim sisteminin yalnızca zihinsel ve teknik yetkinliklere odaklanması, bireyin değer dünyasını ihmal etmekte; bu ihmal ise uzun vadede toplumsal ölçekte ahlaki çözülmeye zemin hazırlamaktadır.

Millî Görüş söyleminde kalkınma ve başarının temelinde maddi imkânlardan ziyade manevî kudretin bulunduğu vurgulanmaktadır. Bu yaklaşım, Çanakkale Zaferi örneği üzerinden temellendirilmekte; söz konusu başarının silah ve teknoloji üstünlüğünden değil, iman, azim ve fedakârlık gibi manevî unsurlardan kaynaklandığı ifade edilmektedir. Seyit Çavuş figürü etrafında kurulan bu anlatı, tarihsel tecrübenin maneviyat temelli bir direniş ve kalkınma anlayışının meşruiyet kaynağı olarak kullanıldığını göstermektedir (Erbakan, 2014, s. 1/375). Bu örnekten hareketle Millî Görüş söylemi, toplumsal direncin ve kalkınmanın da aynı iman ve inanç gücüyle mümkün olabileceğini ileri sürmektedir. Bu perspektifte Batı medeniyeti, teknik ve maddi başarılar açısından güçlü bir görünüm sergilese de ahlaki temellerini zayıflatmış; bu nedenle insanlığa kalıcı adalet ve huzur sunma kapasitesini yitirmiştir. Bilgi ve teknolojide kaydedilen ilerlemelerin manevî değerlerden kopuk biçimde sürdürülmesi ise, bu anlayışa göre, kaçınılmaz olarak zulüm ve sömürü düzenlerinin ortaya çıkmasına yol açmaktadır. Nitekim Millî Görüş düşüncesi, "Kim saadet ve selâmeti istiyorsa, ahlâk ve maneviyatın büyük kıymetini bilmeye mecburdur (Erbakan, 2014, s. 1/425)" vurgusuyla, gerçek ve sürdürülebilir kalkınmanın ancak sağlam ahlaki temeller üzerine inşa edilebileceğini açık biçimde ortaya koymaktadır.

Millî Görüş perspektifinde ahlak, yalnızca bireysel davranışları düzenleyen bir normlar bütünü değil, toplumsal yapının sürekliliğini ve bütünlüğünü sağlayan kurucu bir unsurdur. Toplumsal adaletin tesis edilmesi, üretkenliğin devamlılığı ve dayanışma kültürünün korunması, bu anlayışta ahlaki değerlere dayalı bir bilinçle mümkün görülmektedir. Bu nedenle hareketin

ekonomik, siyasal ve toplumsal projeleri, *"önce insan, önce ahlak"* ilkesi çerçevesinde şekillenmiştir. Millî Görüş, toplumun ahlak ve maneviyatının güçlendirilmesine merkezi bir önem atfetmekte; dönemin ideolojilerinin bu alanı ihmal ettiğini vurgulamaktadır (Erbakan, 2014, s. 1/430). Bu bağlamda Erbakan, Millî Görüş'ün nihai hedefini, "milletimizin manevî ve maddî sahada birlikte kalkınarak saadete erişmesidir" sözleriyle ifade etmektedir (Erbakan, 2014, s. 1/432).

Erbakan, yalnızca maddi kalkınmayı esas alan ve manevî boyutu dışlayan yaklaşımları eleştirmekte; bu tür bir kalkınma anlayışının eksik olduğunu ve topluma gerçek anlamda selamet getiremeyeceğini savunmaktadır. Ona göre kalıcı huzur ve refahın temeli, ahlak ve maneviyatın toplumsal hayatta belirleyici kılınmasına dayanmaktadır. Erbakan, bu ifadelerinde Millî Görüş'ü ahlak ve maneviyat temelli bir kurtuluş yolu olarak konumlandırmakta; dönemin ideolojilerini ise bu değerlerden yoksun oldukları gerekçesiyle eleştirmektedir. Ona göre toplumsal terbiyenin ve ahlaki düzenin kaynağı, milletin tarihsel tecrübesi ve manevi birikimidir. Bu bağlamda Erbakan, "millet" kavramını tarihsel hafıza ve medeniyet sürekliliğiyle birlikte ele almakta; Millî Görüş'ü ise bu bütünlüğü esas alan maneviyatçı bir siyasal tez olarak tanımlamaktadır (Erbakan, 2014, s. 1/454).

Sonuç olarak Millî Görüş düşüncesinde ahlak ve maneviyat, toplumun, devlet tasavvurunun ve kalkınma anlayışının merkezinde yer alan kurucu bir ilke olarak ele alınmaktadır. Bu yaklaşım, hareketin siyasal yönelimlerini olduğu kadar toplumsal hedeflerini de belirleyen temel referans çerçevesini oluşturmaktadır. Maddî gelişmenin ancak manevî temellerle desteklendiğinde anlamlı ve sürdürülebilir olabileceği fikrini ön plana çıkarmaktadır.

2.3. Adil Düzen

Millî Görüş düşüncesinin ekonomik, toplumsal ve siyasal boyutlarını en kapsamlı biçimde yansıtan ifade, "Adil Düzen" kavramıdır. Adil Düzen, mevcut iktisadi ve siyasal sistemlere yöneltilen bir eleştirinin ötesinde, kapitalizm ve sosyalizmin yapısal açmazlarını aşmayı hedefleyen alternatif bir toplumsal örgütlenme ve kalkınma paradigması olarak tasarlanmıştır (Ersin-Yıldırım, 2015, s. 144). Bu model, Millî Görüş'ün temel ilkelerinden biri olan *"önce ahlak ve maneviyat"* anlayışıyla doğrudan bağlantılı olup, insanı merkeze alan bütüncül bir düzen tasavvuruna dayanmaktadır.

Erbakan, Adil Düzen'i temellendirirken kapitalist ve sosyalist sistemleri karşılaştırmalı bir analiz çerçevesinde ele almaktadır. Onun yaklaşımında kapitalizm, bireysel çıkarı toplumsal yararın önüne geçirerek sömürü ilişkilerini meşrulaştıran bir yapı olarak değerlendirilirken; sosyalizm, toplum adına bireyin hak ve özgürlüklerini sınırlayan bir sistem olarak

tanımlanmaktadır. Erbakan'a göre her iki modelin ortak noktası, insanı öncelikle maddi bir varlık olarak ele almaları ve ekonomik ilişkilerin merkezine ahlaki ilkeler yerine güç, sermaye ve çıkar unsurlarını yerleştirmeleridir (Erbakan, 2014, s. 1/239).

Adil Düzen, kapitalist ve sosyalist sistemler arasında yeni bir denge tesis etmeyi amaçlayan; her iki modelin yapısal sınırlılıklarını aşmayı hedefleyen ve insanı hem maddi hem de manevi boyutlarıyla merkeze alan bir düzen tasavvuru olarak sunulmaktadır (Keleş-Turan, 2023, s. 39). Bu çerçevede hakkın üstünlüğünün esas alınması, paylaşımın adalet ilkesine göre düzenlenmesi, merkeziyetçi yapılanmalardan kaçınılması ve ekonomik süreçlerin ahlaki ve ilkesel bir zeminde yürütülmesi temel referans noktaları olarak belirlenmiştir (Erbakan, 2014, s. 1/240-241).

Millî Görüş'ün 1991 seçimleri sürecinde kamuoyuna sunduğu ekonomik ve toplumsal vaatler, Adil Düzen söyleminin pratik düzlemdeki somut yansımalarını ortaya koymaktadır. Bu bağlamda parti programında, adil bir ekonomik düzenin inşasının öncelikle hak ile bâtılın ayrıştırılmasına dayanması gerektiği vurgulanmıştır. Bâtıl anlayış; güç, çoğunluk, imtiyaz ve menfaat eksenli bir yaklaşımı ifade ederken, hak anlayışı ise yaşama hakkının korunması, neslin ve ırzın muhafazası, mülkiyet hakkı ile aklın ve inancın güvence altına alınması gibi temel ilkelere dayanmaktadır. Bu ilkeler aynı zamanda İslâm'ın açık biçimde koruma altına aldığı ve vazgeçilmez kabul ettiği temel esaslar arasında yer almaktadır. Adil Düzen çerçevesinde kapitalizm ve sosyalizmin olumlu yönlerinin benimsenmesi, buna karşılık insan onurunu ve adalet ilkesini zedeleyen unsurlarının ise terk edilmesi hedeflenmektedir (Arslan, 2021, s. 83). Millî Görüş perspektifinde mevcut ekonomik yapılar, toplumu adaletsiz ve dışa bağımlı bir düzen içine sürüklemekte; bu durumdan çıkışın ancak "Adil Düzen"in tesis edilmesiyle mümkün olacağı ileri sürülmektedir. Bu bağlamda "Yeniden Büyük Türkiye" hedefinin, adil bir ekonomik ve toplumsal düzen kurulmadan gerçekleştirilemeyeceği vurgulanmaktadır. Adil Düzen'de temel referans noktası adalet ilkesi olarak belirlenmiş; faiz uygulamalarının sona erdirilmesi, haksız vergilerin kaldırılması, paranın değerinin korunması ve karşılıksız para basımının engellenmesi öngörülmüştür. Bunun yanı sıra kredi mekanizmalarının adil esaslara göre işletilmesi ve sağlam para ilkesine dayalı bir ekonomik yapının oluşturulması, sistemin başlıca hedefleri arasında yer almıştır (Arslan, 2021, s. 82).

Erbakan'ın değerlendirmesinde Batı menşeli ekonomik sistemler, insanı merkeze alan bütüncül bir yaklaşım yerine maddeyi, sermayeyi ve gücü önceleyen bir anlayış üzerine inşa edilmiştir. Kapitalizmin sömürü ilişkilerini derinleştirdiği, sosyalizmin ise bireyselliği ve özgürlüğü sınırlandırdığı yönündeki eleştiriler, Adil Düzen modelinin ortaya çıkışında belirleyici bir

zemin oluşturmuştur (Erbakan, 2014, s. 205). Bu çerçevede Adil Düzen, söz konusu iki sistemin ihmal ettiği ahlaki ve insani boyutları tamamlamayı amaçlayan; insan onurunu, toplumsal adaleti ve birlikte yaşama ilkesini merkeze alan alternatif bir düzen tasavvuru olarak konumlandırılmaktadır. Nitekim Adil Düzen: "Farklı dinlere, kavimlere, düşünce akımlarına ve toplumsal kesimlere mensup insanların, barış ve bereket içinde birlikte yaşayabildiği; temel insan hakları ile kişisel özgürlüklerin başkalarına zarar vermeden kullanılabildiği bir düzen" (Erbakan, 2022, s. 40) şeklinde tanımlanmaktadır.

Adil Düzen'in merkezinde yer alan "hakkın üstünlüğü" ilkesi, Millî Görüş düşüncesindeki bütüncül ahlak ve adalet anlayışının ekonomik ve siyasal alanlara yansımasını ifade etmektedir. Bu yaklaşımda gerçek adalet, üretim ve paylaşım süreçlerinin ahlaki ilkelere göre düzenlenmesiyle mümkün görülmektedir. Bu çerçevede Adil Düzen, yalnızca iktisadî bir model olarak değil; toplumsal dayanışmayı güçlendiren, merhamet ve kardeşlik değerlerini önceleyen bütüncül bir sosyal sistem tasavvuru olarak sunulmaktadır. Nitekim bu anlayışta "saadet", salt ekonomik büyüklükler ya da nicel göstergelerle değil, toplumun bütün kesimlerinin adalet ve refah içinde yaşayabilmesiyle ilişkilendirilmektedir (Arpacı, 2019, s. 27).

Sonuç itibarıyla Adil Düzen, Millî Görüş düşüncesi içerisinde hem siyasal hem de toplumsal bir dönüşüm programı olarak konumlanmaktadır. Kapitalizm ve sosyalizme yöneltilen eleştiriler üzerinden şekillenen bu model, insanın fıtratına uygun, ahlak ve maneviyat temelli bütüncül bir sistem önerisi sunmakta; modern dünyanın maddeci düzenlerine karşı ahlaki ilkeleri merkeze alan bir kalkınma paradigması olarak Millî Görüş'ün temel eksenlerinden birini oluşturmaktadır.

2.4. İslam Birliği

Millî Görüş düşüncesinin uluslararası ilişkiler perspektifini belirleyen temel kavramlardan biri İslam Birliği anlayışıdır. Bu ideal, hareketin hem dış politika vizyonunda hem de medeniyet tasavvurunda merkezi bir yer işgal etmektedir. Millî Görüş'ün siyasal ve ideolojik çerçevesinde İslam Birliği, yalnızca dinî dayanışmaya indirgenmiş bir söylem olarak değil; İslam dünyasının ekonomik, siyasal, askerî ve kültürel alanlarda bağımsızlığını güçlendiren, kendi değerleri doğrultusunda hareket edebilen kolektif bir aktöre dönüşmesini hedefleyen bütüncül bir proje olarak ele alınmaktadır (Erbakan, 2014, s. 182).

Millî Görüş perspektifinde İslam dünyası, tarihsel süreç boyunca sahip olduğu ilmî, kültürel ve siyasal birikime rağmen, modern dönemde Batı merkezli uluslararası sistem karşısında büyük ölçüde edilgen ve yönlendirilen bir konuma sürüklenmiştir. Bu durumun başlıca nedenleri arasında Müslüman ülkeler arasındaki siyasal parçalanmışlık, ekonomik bağımlılık ilişkilerinin

derinleşmesi ve ortak bir stratejik vizyonun geliştirilememesi yer almaktadır (Erbakan, 2014, s. 50). Millî Görüş hareketi, söz konusu tablonun ancak ümmet bilincinin yeniden inşa edilmesi ve İslam ülkeleri arasında kurumsal bir iş birliğinin tesis edilmesiyle aşılabileceğini savunmaktadır. Bu çerçevede İslam Birliği, küresel ölçekte yaşanan adaletsizliklere karşı tercih edilebilir bir seçenek olmanın ötesinde, tarihsel ve siyasal bir zorunluluk olarak değerlendirilmektedir (Erbakan, 2014, s. 123-124).

Millî Görüş düşüncesinde mevcut dünya düzeni, yapısal olarak adaletsiz bir nitelik taşımakta; bir kesimin refah ve imkânlara eriştiği bir ortamda geniş kitleler yoksulluk ve mahrumiyetle karşı karşıya bırakılmaktadır. Bu durum, emperyalist politikaların ve küresel güç ilişkilerinin doğal bir sonucu olarak değerlendirilmektedir. Özellikle Orta Doğu ve İslam coğrafyasında yaşanan siyasal ve toplumsal gelişmeler, bu adaletsiz yapının somut tezahürleri olarak görülmektedir (Erbakan, 2014, s. 125). Bu çerçevede Millî Görüş, hakkın üstünlüğünü esas alan bir yaklaşım doğrultusunda söz konusu düzenle mücadele edilmesini zorunlu kabul etmektedir. İslam Birliği ideali de bu mücadeleci perspektiften beslenmekte; Müslüman toplumlar arasında siyasal, ekonomik ve kültürel alanlarda iş birliğini esas alan, zulme karşı ortak bir duruş ve dayanışmayı hedefleyen bütüncül bir proje olarak şekillenmektedir.

Tarihsel kökenleri itibarıyla İslam Birliği fikri, Müslüman toplumlar arasında siyasal ve toplumsal birlik tesis ederek sömürgecilik karşısında ortak bir direnç oluşturmayı amaçlayan bir yaklaşım olarak ortaya çıkmıştır. Bu anlayış, 1861 yılında Osmanlı tahtına çıkan Sultan Abdülaziz döneminde İttihâd-ı İslâm siyaseti çerçevesinde devlet politikası hâline getirilmiş; II. Abdülhamid döneminde ise daha sistematik ve görünür bir biçimde uygulanmıştır. Bununla birlikte söz konusu fikrin düşünsel temelleri, İslâm'ın temel hedeflerinden biri olan İslam kardeşliği ilkesine dayanmaktadır. Nitekim Kur'an'da yer alan *"Müminler ancak kardeştir"* (el-Hucurât 49/10) ayeti, Müslümanlar arasında birlik, dayanışma ve ortak sorumluluk bilincinin dinî temelini oluşturmaktadır. Millî Görüş hareketi de bu tarihsel mirası sahiplenmiş ve kuruluşundan itibaren İslam Birliği idealini hem teorik bir hedef hem de pratik siyasal bir ilke olarak benimsemiştir. Hareket, Müslüman toplumların Batı karşısında siyasal, ekonomik ve kültürel bakımdan güçlenmesinin, ancak ortak değerler etrafında şekillenen bu birlik anlayışıyla mümkün olabileceğini savunmuştur (Tuğrul, 2017, s. 624).

Bu anlayışın pratik düzlemdeki somut örneklerinden biri, Erbakan'ın başbakanlığı döneminde hayata geçirilen D-8 yapılanmasıdır. Millî Görüş perspektifinde D-8, küresel ekonomik sistem içinde Müslüman ülkelerin ortak hareket edebileceği, kendi kalkınma stratejilerini geliştirebileceği ve uluslararası ilişkilerde denge unsuru oluşturabileceği bir iş birliği modelinin

ilk aşaması olarak değerlendirilmiştir. Bu yönüyle D-8, İslam Birliği idealinin teorik bir söylem olmanın ötesine geçerek kurumsal bir çerçevede somutlaşan ilk girişimlerinden biri niteliğini taşımaktadır (Çalışkan, 2022, s. 171).

Erbakan, Müslüman ülkeler arasında ileri düzeyde ve kurumsal bir iş birliğinin tesis edilebilmesi için beş aşamalı bir yol haritası önermektedir. Buna göre ilk olarak Müslüman Ülkeler Birleşmiş Milletler Teşkilatının kurulması, ardından Müslüman Ülkeler Savunma İş Birliği Teşkilatının oluşturulması öngörülmektedir. Bu süreci, Müslüman Ülkeler Ortak Pazarının tesis edilmesi ve Ortak Para Birimine geçiş takip etmekte; son aşamada ise Müslüman Ülkeler Kültür İş Birliği Teşkilatının hayata geçirilmesi hedeflenmektedir. Bu adımlar, Batı merkezli uluslararası sistemin ekonomik, siyasal ve kültürel hegemonyasına karşı alternatif bir medeniyet perspektifi geliştirme çabasının somut unsurları olarak değerlendirilmektedir (Erbakan, 2014, s. 2/370). Bu çerçevede İslam Birliği, yalnızca teknik veya pragmatik bir iş birliği modeli değil; siyasal, ekonomik ve kültürel alanlarda medeniyet ölçeğinde bir bütünleşmeyi amaçlayan kapsamlı bir strateji olarak ele alınmaktadır. Erbakan, bu sürecin öncülüğünü Türkiye'ye atfetmekte; bunu da Türkiye'nin İslam ülkeleri arasındaki görece kurumsal ve ekonomik kapasitesi ile diğer Müslüman toplumların Türkiye'den bu yönde beklenti içinde olmalarıyla temellendirmektedir (Erbakan, 2014, s. 2/371).

Millî Görüş perspektifinde Müslüman ülkeler arasındaki ihtilafların diyalog ve müzakere yoluyla çözülmesi esas alınmakta; gerekli durumlarda hakemlik mekanizmalarına başvurulması önerilmekte, ancak şiddetin hiçbir koşulda meşru bir yöntem olarak benimsenmemesi gerektiği vurgulanmaktadır. Bu anlayışa göre Müslüman toplumların birbirleriyle çatışmaya sürüklenmesi, yalnızca milyonlarca insanın hayatını kaybetmesine ve ülkelerin fizikî olarak tahrip olmasına yol açmamakta; aynı zamanda dış müdahalelere zemin hazırlayarak siyasal bağımsızlığı da zayıflatmaktadır. Bu nedenle barışçı çözüm yollarının tercih edilmesi hem siyasal istikrarın korunması hem de ahlaki sorumluluğun yerine getirilmesi bakımından çok yönlü faydalar barındırmaktadır (Erbakan, 2014, s. 137).

Sonuç itibarıyla İslam Birliği ideali, Millî Görüş düşüncesinde yalnızca bir dış politika hedefi olarak değil; küresel ölçekteki adaletsizliklere karşı geliştirilen alternatif bir medeniyet tasavvurunun ifadesi olarak ele alınmaktadır. Bu yönüyle İslam Birliği, Millî Görüş'ün uluslararası ilişkiler anlayışının hem teorik zeminini hem de pratik yönelimlerini belirleyen temel kavramsal çerçevelerden biri olarak öne çıkmaktadır.

2.5. Batı Karşıtlığı

Millî Görüş düşüncesinde İslam ve Batı medeniyetleri arasındaki temel ayrım, değer merkezli

bir çerçevede ele alınmaktadır. Bu bağlamda İslam medeniyetinin özünü *"hakkın üstünlüğü"* (Erbakan, 2014, s. 39) ilkesi oluştururken, Batı medeniyeti *"kuvvetin üstünlüğü"* (Erbakan, 2014, s. 78) anlayışı üzerine inşa edilmiş bir yapı olarak değerlendirilir. Erbakan'a göre insanlık tarihi, hak ve adalet esasına dayanan düzenlerde barış ve huzurun hâkim olduğunu; güç merkezli sistemlerde ise zulüm, sömürü ve çatışmanın kaçınılmaz biçimde ortaya çıktığını göstermektedir (Erbakan, 2014, s. 4/434). Bu karşıtlık, Millî Görüş'ün Batı'ya yönelik eleştirel tutumunun düşünsel ve ideolojik zeminini oluşturmaktadır.

Bununla birlikte Millî Görüş'ün Batı'ya yönelik eleştirisi, yalnızca medeniyetler arasındaki değer farklılıklarına ilişkin normatif bir değerlendirme ile sınırlı değildir. Hareket, Batı'nın siyasal, ekonomik ve kültürel kurumlarının sorgulanmaksızın taklit edilmesine yönelik daha köklü bir eleştiri geliştirmektedir. Bu bağlamda Erbakan, Türkiye'nin karşı karşıya bulunduğu temel sorunların aşılabilmesi için, "taklitçilik" zihniyetinin terk edilerek onun yerine "Millî Görüş" anlayışının yerleştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Erbakan, 2014, s. 3/99). Millî Görüş düşüncesinde Batı taklitçiliği, Müslüman toplumların kimliksel bütünlüğünü zedeleyen, özgün siyasal ve toplumsal kurumların gelişimini engelleyen ve zihinsel bağımlılığı derinleştiren bir tutum olarak değerlendirilmektedir. Bu nedenle modernleşmenin, Batı'nın kurum ve değerlerinin birebir kopyalanması şeklinde anlaşılmasına karşı çıkılmakta; bunun yerine kendi medeniyet birikimine dayanan, yerli ve özgün bir kalkınma modelinin inşa edilmesi gerektiği savunulmaktadır (Arpacı, 2019, s. 23).

Tüm bu eleştirilere rağmen Millî Görüş, Batı ile ilişkileri çatışmacı bir zeminde kurgulayan bir yaklaşım benimsememektedir. Erbakan'a göre küresel ölçekte kalıcı barışın sağlanabilmesi, medeniyetler arasında çatışmayı değil diyaloğu; rekabeti değil karşılıklı iş birliğini esas alan bir anlayışı zorunlu kılmaktadır. Bu çerçevede "İslam–Batı diyaloğu", tercih edilebilir bir seçenekten ziyade, uluslararası düzenin istikrarı açısından gerekli bir ilke olarak değerlendirilmektedir (Erbakan, 2014, s. 4/430). Millî Görüş'ün dış politika perspektifinde, tüm devletlerle karşılıklı saygıya dayalı ilişkiler geliştirilmesi ve ortak sorunların diyalog yoluyla çözülmesi temel bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır (Çalışkan, 2022, s. 174). Bu tutum, Millî Görüş'ün Batı karşıtlığını ideolojik bir kopuş ya da mutlak bir reddiye biçiminde değil; kültürel ve zihinsel taklitçiliğe karşı kendi medeniyet değerlerine dayanarak özgün bir duruş inşa etme çabası şeklinde temellendirdiğini göstermektedir.

Millî Görüş perspektifinde Müslüman toplumların karşı karşıya kaldığı siyasal ve ekonomik sorunların önemli bir kısmı, Batı merkezli küresel sistemin uzun vadeli yapısal etkileriyle ilişkilendirilmektedir. Bu çerçevede birçok Müslüman ülkenin, sömürgecilik döneminden

itibaren dış müdahaleler ve denetim mekanizmaları altında şekillendiği; bunun da bağımsız, sürdürülebilir ve güçlü kurumsal yapıların oluşumunu sekteye uğrattığı ileri sürülmektedir (Erbakan, 2014, s. 3/17). Erbakan, özellikle Soğuk Savaş sonrasında uluslararası ekonomik düzenin faiz temelli finans mekanizmaları, borçlanma politikaları ve çok uluslu şirketler aracılığıyla yeni ve daha örtük bağımlılık ilişkileri ürettiğini savunmaktadır (Erbakan, 2014, s. 1/248). Bu bağlamda Batı, yalnızca tarihsel sömürgecilik pratikleri üzerinden değil, aynı zamanda güncel küresel ekonomik düzenin adaletsiz işleyişi üzerinden de eleştirilmektedir.

Öte yandan Millî Görüş'ün Batı'ya yönelik eleştirisi, Batı medeniyetinin bilimsel ve teknolojik birikiminin bütünüyle reddi anlamına gelmemektedir. Aksine bu birikim, insanlığın ortak tecrübesinin bir ürünü olarak değerlendirilmekte; ancak söz konusu kazanımların İslâm medeniyetinin değerler sistemiyle uyumlu biçimde yeniden anlamlandırılması ve toplumsal kalkınmanın hizmetine sunulması gerektiği vurgulanmaktadır (Erbakan, 2014, s. 1/86). Bu çerçevede eleştirinin odağında, Batı'nın bilgi ve teknolojisi değil; onun değer sistemi, hegemonik siyasal pratikleri ve bu yapının taklitçi biçimde içselleştirilmesi yer almaktadır.

Millî Görüş'ün Batı karşıtlığı; medeniyet değerlerindeki farklılıklara dayalı normatif bir eleştiriyi, Batı taklitçiliğine yönelik köklü bir reddiyeyi, küresel ekonomik düzenin yapısal adaletsizliklerine ilişkin kapsamlı bir sorgulamayı ve medeniyetler arası diyaloğu önceleyen bir dış politika anlayışını birlikte içermektedir. Bu çerçevede Millî Görüş düşüncesi, Batı karşıtlığını salt ideolojik bir tutum olarak değil; bağımsız, adil ve kendi değerlerine yaslanan bir dünya düzeninin inşası için gerekli görülen eleştirel bir konumlanış olarak değerlendirmektedir (Tuğrul, 2017, s. 644).

3. Millî Görüş Hareketinde Gelenekselci Söylem ve Siyaset

Millî Görüş hareketi, Türkiye'de modernleşme tartışmalarının yoğunlaştığı bir tarihsel zeminde ortaya çıkmış; siyasal ve toplumsal vizyonunu büyük ölçüde tarihsel ve kültürel mirasın sürekliliği üzerine inşa eden özgün bir yaklaşım geliştirmiştir. Hareketin temel savı, Türkiye'nin hem kalkınma sorunlarını aşabilmesi hem de uluslararası sistemde güçlü ve bağımsız bir aktör hâline gelebilmesi için kendi medeniyet köklerine yönelmesinin zorunlu olduğudur (Tuğrul, 2017, s. 644). Bu çerçevede Millî Görüş, Batı merkezli modernleşme çizgisinin toplumu kendi değer dünyasından uzaklaştırdığını ve kültürel çözülmeyi derinleştirdiğini ileri sürerek, yerli ve millî bir toplumsal-siyasal model inşa etmeyi amaçlamıştır. Hareketin söylemi bu yönüyle, klasik muhafazakârlığın yalnızca korumacı tutumuyla sınırlı kalmayan; öte yandan İslamcılığın modernist yorumlarıyla da bütünüyle örtüşmeyen, kendine özgü bir "gelenekle irtibatlı modernleşme" perspektifi olarak

değerlendirilebilir (Tuğrul, 2017, s. 622-623).

Millî Görüş, temel referanslarını tarihsel miras ve İslâmî değerlerden alan; bu birikimi modern dönemin ihtiyaçları ve tecrübeleriyle yeniden yorumlamayı hedefleyen bir hareket olarak değerlendirilmektedir. Hareketin gelenekselci yönü, özellikle tarih ve medeniyet vurgusunda belirginleşmektedir. Bu çerçevede Osmanlı'dan Selçuklu'ya uzanan tarihsel tecrübe, yalnızca geçmişe yönelik bir övgü unsuru olarak değil, Türkiye'nin bugünkü ve gelecekteki siyasal yönelimi açısından referans teşkil eden bir medeniyet hafızası olarak konumlandırılmaktadır. Millî Görüş söyleminde sıkça kullanılan "şanlı tarih" vurgusu, toplumsal özgüveni yeniden tesis etmeyi ve modernleşme sürecinde ortaya çıkan kimlik krizini aşmayı amaçlayan işlevsel bir siyasal dil üretmektedir (Erbakan, 2014, s. 1/43). Aynı zamanda bu söylem, Batı merkezli kültürel üstünlük iddialarına karşı sembolik bir karşı duruş geliştirmeyi hedefleyen eleştirel bir anlam dünyası da inşa etmektedir.

Hareketin gelenekselci siyaset anlayışı, kültürel değerlerin korunmasıyla sınırlı olmayan; toplumsal düzenin manevî boyutunu merkeze alan bütüncül bir kalkınma tasavvuruna dayanmaktadır. Millî Görüş'ün "manevî kalkınma" hedefi, hem ahlaka dayalı bir toplumsal düzen arayışını hem de bireyin değer dünyasının yeniden inşasını ifade etmektedir. Bu nedenle aile, eğitim, toplumsal dayanışma ve ahlaki bütünlük gibi alanlar, hareketin siyasal söyleminde merkezi bir konumda yer almaktadır (Erbakan, 2014, s. 1/44). Bu yaklaşım, Millî Görüş'ün siyasal hedefleri ile İslam'ın öngördüğü toplumsal düzen tasavvuru arasındaki uyumu vurgulamakta; maddi kalkınmanın ancak sağlam manevî temeller üzerinde yükseldiğinde kalıcı ve sürdürülebilir bir nitelik kazanabileceği düşüncesini esas almaktadır (Erbakan, 2014, s. 1/89).

Erbakan, bu anlayışı Millî Görüş'ün temel yönelimi olarak tanımlarken, manevî kalkınmanın; tarih bilinci güçlü, geleneğine bağlı, taklitçilikten uzak, millî şahsiyetinin farkında ve sürekli ilerleme azmine sahip bir toplumsal şuurla mümkün olabileceğini vurgulamaktadır (Erbakan, 2014, s. 1/433). Bu çerçevede Millî Görüş, geçmişle bağını koruyan ancak geleceğe dönük bir medeniyet inşasını hedefleyen gelenekselci bir modernleşme perspektifi ortaya koymaktadır.

"İhyacı ve ıslahçı bir hareket olarak Millî Görüş içerisinde, bazı radikal İslamcı marjinal grupların zaman zaman demokrasiyi İslam'a uygun görmeyerek reddettikleri yönündeki yaklaşımlar mevcut olsa da Erbakan'ın liderliğinde kurulan siyasi partilerin hiçbirinde demokrasi karşıtı söylem ve eylemlere yer verilmemiştir. Aksine, laiklik karşıtı faaliyetlerin odağı olduğu iddiasıyla partilerinin ardı ardına kapatıldığı ve siyasal alandan tasfiye edilmeye çalışıldığı dönemlerde dahi Millî Görüş, mücadelesini barışçı ve demokratik yöntemler

çerçevesinde sürdürmüştür. Hareket, terör ve şiddeti kesin biçimde reddederek iktidara ancak demokratik yollarla ulaşma iradesini muhafaza etmiş; siyasal hedeflerini anayasal düzeni kökten dönüştürmeye yönelik bir strateji üzerinden değil, insan hak ve özgürlük alanlarının genişletilmesi yoluyla gerçekleştirmeyi amaçlamıştı (Macit, 2018, 110-111)."

Merkezine siyaseti alan Millî Görüş'te hak anlayışı belirleyici bir ilke olarak konumlandırılmaktadır. Buna göre hak, mutlaka sahibine verilmelidir ve bu ilkenin toplumsal hayatta karşılık bulabilmesi için siyasetin etkin bir araç olarak kullanılması zorunlu görülmektedir. Bu çerçevede hareket, ahlakı önceleyen, adaleti merkeze alan ve geleneksel İslam ahlakını modern toplumsal yapılarla uyumlu hâle getirmeyi amaçlayan bir siyasal tutum benimsemektedir. Gelenekselci söylem, aynı zamanda Millî Görüş'ün modernleşme eleştirisinin düşünsel zeminini oluşturmaktadır. Hareket, Türkiye'de Cumhuriyet döneminde uygulanan Batıcı modernleşme modelinin toplumsal yapı ile uyumlu olmadığını ve milletin tarihsel değerleriyle bağını zayıflattığını ileri sürmektedir. Bu nedenle Batı'nın ekonomik ve kültürel kurumlarının doğrudan ithal edilmesine karşı çıkılmış; bunun yerine yerli kaynaklara ve tarihsel birikime dayanan özgün bir kalkınma modeli savunulmuştur. Millî Görüş'ün sıkça vurguladığı "taklitçilikten uzak durma" ilkesi, bu bağlamda hem kültürel bir duruşu hem de bağımsız bir siyasal-ekonomik model arayışını ifade etmektedir (Erbakan, 2014, s. 1/242-244).

Erbakan'ın, "İslam'ın dışında hiçbir hak ve hakikat kaynağı yoktur. Fen ve hikmet, sanat ve sanayi dahi İslam'ın içindedir ve onun bir şubesidir. İlhamını Kur'an'dan almayan hiçbir ilim ve teknik hayra vesile olamaz; şerden ve zarardan arınmış sayılamaz (Erbakan, 2014, s. 39)" şeklindeki yaklaşımı, Millî Görüş hareketinin epistemolojik çerçevesini belirleyen temel referanslardan biridir. Bu çerçevede Millî Görüş, insanlığın huzur ve saadeti için çalışmayı ilahî sorumluluğun bir gereği olarak değerlendirmekte; hareketin varlığını da tarihsel ve ahlaki bir yükümlülüğün sonucu olarak konumlandırmaktadır.

Millî Görüş'ün gelenekselci yaklaşımı, siyasal pratikte de somut karşılıklar bulmuştur. Yerel teşkilat yapılanmaları, dayanışma ağları ve mahalle–toplum ilişkilerini önceleyen örgütlenme biçimleri aracılığıyla geleneksel toplumsal dokunun korunması ve güçlendirilmesi hedeflenmiştir. Aile kurumunu merkeze alan sosyal politika anlayışı, faiz karşıtı ekonomik söylem ve ahlak–adalet ekseninde şekillenen toplumsal düzen tasavvuru, geleneksel değerleri siyasal alana taşıyan başlıca uygulama alanları olarak öne çıkmaktadır.

Millî Görüş, esaslarını tarihsel ve kültürel gelenekten alan; modern dönemin tecrübelerini bu gelenekle irtibatlandırarak yeniden yorumlamayı amaçlayan bir hareket niteliği taşımaktadır. Hareketin gelenekselci söylem ve siyaset anlayışı, geçmişi mutlaklaştıran durağan bir

muhafazakârlıktan ziyade, tarihsel mirası stratejik bir referans zemini olarak kullanan ve bu mirası çağın koşullarıyla buluşturmayı hedefleyen dinamik bir yaklaşımı temsil etmektedir. Bu yönüyle Millî Görüş, modernleşme sürecine eleştirel bir alternatif sunmakta; toplumsal ve siyasal hayatın ahlaki temeller üzerinde yeniden inşa edilmesi gerektiği iddiasını güçlü biçimde dile getirmektedir.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışma, İslam düşüncesinde gelenek kavramının teorik çerçevesini ortaya koyarak Millî Görüş hareketinin söz konusu gelenekle kurduğu ilişkiyi çok boyutlu bir analizle incelemiştir. Çalışmanın temel bulguları, Millî Görüş'ün düşünsel yapısının yalnızca ilahî kaynaklara dayanan normatif bir değer sistemiyle sınırlı olmadığını; aynı zamanda tarihsel İslam medeniyetinin siyasal, ahlaki ve kültürel birikiminden beslenen bütüncül bir perspektif sunduğunu göstermektedir. Bu yönüyle Millî Görüş, geleneği statik bir muhafaza alanı olarak değil, modern dönemin toplumsal, siyasal ve ekonomik sorunlarına cevap üretme potansiyeline sahip dinamik bir referans çerçevesi olarak ele almaktadır

Araştırma bulguları, Millî Görüş'te gelenekselciliğin durağan bir geçmişçilik biçimiyle değil; süreklilik ve yenilenmeyi birlikte içeren inşa edici bir anlayışla kavramsallaştırıldığını ortaya koymaktadır. Tevhid merkezli düşünce, siyasal düzenin ilahî referanslarla bütünleşmesi gerektiği fikrini temellendirirken; ahlak ve maneviyat vurgusu, toplumsal dönüşümün normatif zeminini oluşturmaktadır. Ekonomik alanda geliştirilen Adil Düzen modeli ise kapitalizm ve sosyalizme yöneltilen eleştiriler üzerinden, adalet ve hakkaniyet ilkelerine dayalı alternatif bir kalkınma paradigması sunmaktadır. Benzer şekilde İslam Birliği ideali, küresel sistemde adalet merkezli yeni bir uluslararası düzen tasavvurunu ifade eden stratejik bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Bu unsurlar bir arada değerlendirildiğinde, Millî Görüş'ün gelenekle kurduğu ilişkinin kültürel bir aidiyetin ötesinde, açık bir siyasal ve toplumsal iddia içerdiği görülmektedir.

Çalışmanın bir diğer önemli sonucu, Millî Görüş'ün Batı karşıtlığının kategorik veya toptancı bir reddiye niteliği taşımadığıdır. Hareketin Batı'ya yönelik eleştirisi; esas itibarıyla kültürel taklitçiliğe, hegemonik değer dayatmalarına ve küresel ekonomik düzenin yapısal adaletsizliklerine yöneliktir. Bilim ve teknolojinin insanlığın ortak kazanımları olduğu kabul edilmekte; ancak bu kazanımların ahlaki ve değer temelli bir çerçeveye oturtulmadığı sürece toplumsal adalet ve huzur üretemeyeceği savunulmaktadır. Bu yaklaşım, Millî Görüş'ün modernleşme tartışmaları içinde ne içe kapanmacı bir gelenekçilik ne de değerlerden arındırılmış bir modernizm çizgisine yerleştiğini göstermektedir.

Sonuç olarak Millî Görüş hareketi, İslam düşüncesinin geleneksel kaynaklarını merkeze alan; bu kaynakları modern siyasal ve toplumsal gerçekliklerle ilişkilendirerek süreklilik ile değişimi birlikte düşünen özgün bir düşünsel ve siyasal çerçeve geliştirmiştir. Hareketin gelenekselci söylem ve siyaset anlayışı, geçmişi idealize eden statik bir muhafazakârlık olarak değil; tarihsel mirası stratejik bir referans alanı hâline getiren ve çağın sorunlarına bu miras üzerinden cevap üretmeyi hedefleyen dinamik bir yaklaşım olarak değerlendirilmelidir. Bu yönüyle çalışma, Millî Görüş'ü "gelenekselci modernleşme" perspektifi çerçevesinde ele alarak literatüre kavramsal bir katkı sunmaktadır.

KAYNAKÇA

Arpacı, I. (2019). "Söylemden İdeolojiye Erbakan ve Millî Görüş". *Uluslararası Sosyal ve Beşerî Bilimler Dergisi* 3/1, 16-37.

Arslan, H. (1994). *Millî Görüş Hareketi.* Ankara: İlem Yayınları, 1. Basım, 2021.

Aydınlı, Abdullah. "Ehl-i Hadîs". *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi.* 10/507-508. İstanbul: TDV Yayınları.

Bayrakdar, M. (2007). *İslam Düşünce Tarihi Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Fakültesi. İlahiyat Önlisans Programı Ders Kitabı.* 8. Baskı, Eskişehir.

Bolay, S. H. (1989). "Akıl", *Türkiye Diyanet Vakfı Ansiklopedisi* 2/238-242. İstanbul: TDV Yayınları.

Büyükkara, M. A. (2017). *Çağdaş İslâmî Akımlar.* İstanbul: Klasik Yayınları, Beşinci Basım.

Çalışkan, N. (2022). "Necmettin Erbakan'ın İslam Birliği Anlayışı ve Suriye Politikası". *ESAM Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi* 3/1, 169-189.

Deniz, G. (2018). "İslam Düşüncesi, İlkeler ve Kazanımlar". *Yakın Doğu Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi* 4/2, 235-272.

Erbakan, Necmettin. *Erbakan Külliyatı.* 1-4. Cilt. Ankara: Milli Gençlik Vakfı Yayınları, 2. Baskı, 2014.

Erbakan, N. (2014). *Davam.* Ankara: Milli Gençlik Vakfı Yayınları, VI. Baskı.

Erbakan, N. (2022). *Adil Düzen ve Yeni Bir Dünya.* Konya: MGV Yayınları, 11. Baskı.

Ergin, M. (2006). *Dünden Bugüne Necmettin Erbakan.* İstanbul: Akis Kitap, 1. Baskı.

Ersin, İ.-Yıldırım, C. (2015). "İslam Ekonomisi Çerçevesinde Necmettin Erbakan'ın Adil Düzen Söylemi". *AİBÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 15/1, 143-173.

Ersoy, A. (2015). "Hak ve Adalet Merkezli Millî Görüş Hareketi'nin Fikri Temelleri". *Prof. Dr. Necmettin Erbakan Özel Sayısı: Siyasal Söylem ve İletişim.* 56-71. Ankara: Anadolu Gençlik Yayınları.

Fazlıoğlu, E. B. (2024). *İslâmiyât Dergisi Bağlamında İslam Düşüncesinde Din ve Siyaset.* Karabük: Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Görgün, T. (1996). "Türkiye'de İslâm Düşüncesinin Geleceği ve İslâmî Düşünce Geleneği". *İslam Gelenek ve Yenileşme*, 141-171.

Güngör, E. (2020). *İslâm'ın Bugünkü Meseleleri.* İstanbul: Yer-Su Yayınevi, 1. Baskı, 2020.

Keleş, F-Yıldırım, T. (2023). "Adil Düzen Kavramı Bağlamında Necmettin Erbakan'ın Dış Politika Anlayışı". *Uluslararası Politik Araştırmalar Dergisi* 9/2, 35-50.

Kılıçer, M. E. (1994). "Ehl-i Rey". *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi.* 10/520-524. İstanbul: TDV Yayınları.

Koltaş, N. (2013). *Gelenekselci Ekol ve İslam.* İstanbul: İnsan Yayınları, Birinci Baskı.

Kutlu, S. (2007). "İslam Düşüncesinde Gelenekçi Din Söyleminin Analizi". *İslâmiyât Dergisi.* 10/3, 21-32.

Macit, A. (2018). *Necmettin Erbakan.* İstanbul: İlke Yayıncılık, I. Baskı.

Macit, F. (1992). *İslam Felsefesi Tarihi.* çev. Kasım Turhan. İstanbul: İnsan Yayınları.

Sekman, A. (2018). "İslam Düşüncesi: I, İslam Düşüncesinin Yapısı ve Selefilik, Salih Aydın". *Dergiabant* 6/11, 240-243.

Şık, İ. vd. (2017). *Kelam I*. Ankara: Gece Kitaplığı.

Tuğrul, T. (2017). "Millî Görüş Hareketi'nin Temel Karakterleri". *e-Makâlât Dergisi* 10/2, 617-657.

Yılmaz, H. (2005). "Gelenek, Gelenekçilik ve Gelenekselcilik". *Muhafazakâr Düşünce Dergisi.* 1/3, 39-53.

FİKİRDEN EYLEME: RADİKAL BİR HARAKET OLARAK HAŞHAŞÎLİK

Doç. Dr. Ayhan IŞIK
Karabük Üniversitesi İlahiyat Fakültesi, İslam Mezhepleri Tarihi Ana Bilim Dalı, Karabük, Türkiye/
ORCID: 0000-0002-7017-2583
Sevgi AKÇAY
Karabük Üniversitesi, Temel İslam Bilimleri İslam Mezhepleri Tarihi Yüksek Lisans Öğrencisi

ÖZ

Bu çalışma, XI. yüzyılda İsmâilîlik bünyesinde ortaya çıkan ve Hasan Sabbâh'ın liderliğinde Alamut merkezli bir örgütlenmeye dönüşen Nizârîliği, doktrin-teşkilat-eylem ilişkisi çerçevesinde incelemektedir. Araştırmanın temel yaklaşımı, Haşhaşîliği yalnızca suikastlarla özdeşleştirilen bir şiddet pratiği olarak ele almak yerine; imamete dayalı meşruiyet anlayışı, gizlilik esaslı davet yapılanması, çok katmanlı hiyerarşi ve mutlak itaat düzeni ile caydırıcılığı önceleyen sembolik bir siyasal dil etrafında şekillenen bütüncül bir dinî-siyasal hareket olarak değerlendirmektir. Çalışma, klasik mezhepler tarihi ve siyaset literatüründe yer alan kaynakları (Şehristânî, Gazzâlî, Cüveynî, İbn Haldûn, Nizâmülmülk vb.) modern araştırmalarla birlikte ele alarak nitel doküman analizi yöntemiyle yürütülmüştür. İncelenen metinlerde öne çıkan "zâhir–bâtın ayrımı", "davet hiyerarşisi", "imama mutlak bağlılık" ve "gizlilik" temaları, Haşhaşî teşkilatının askerî bir yapılanmanın ötesinde, belirli bir inanç ve meşruiyet tasavvurunu sistematik biçimde inşa eden, disiplin ve kadro yetiştirmeye dayalı kurumsal bir yapı olarak tasarlandığını ortaya koymaktadır. Elde edilen bulgular, Haşhaşîliğin şiddet ve suikast eylemleriyle birlikte imamet merkezli doktriner zemin, gizli davet sistemi ve itaate dayalı örgütlenme modeliyle bütünleşmiş bir dinî-siyasal formasyon niteliği taşıdığını göstermektedir. Bu bağlamda suikastler, belirli hedeflere yönelen, caydırıcılık ve psikolojik etki üretmeyi amaçlayan stratejik araçlar olarak değerlendirilmiştir. Bu çerçevede Haşhaşîlik, İslâm mezhepleri tarihi bağlamında, inanç temelli meşruiyet arayışının örgütlü ve sistematik bir siyasal mücadele biçimine dönüştüğü erken dönem örneklerinden biri olarak değerlendirilmektedir. Çalışma, dinî söylemin belirli tarihsel şartlar içerisinde nasıl kurumsal bir yapı kazandığını ve bu sürecin radikal eylem pratikleriyle hangi mekanizmalar üzerinden kesiştiğini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu yönüyle araştırma, bir yandan Ortaçağ İslâm dünyasının siyasal ve dinî yapılanmasını daha sağlıklı biçimde kavramaya katkı sunarken, diğer yandan çağdaş radikal hareketlerin düşünsel ve tarihsel arka planının anlaşılmasına disiplinler arası bir perspektif kazandırmayı hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: İslam Mezhepleri Tarihi, İsmailîlik, Haşhaşîlik, Hasan Sabbah, Alamut Kalesi.

FROM IDEA TO ACTION: *HASHISHIYYA* AS A RADICAL MOVEMENT

ABSTRACT

The present study examines *Nizariyya*, which emerged within *Ismailiyya* in the 11th century and transformed into an organization centered in Alamut under the leadership of Hasan Sabbah, within the framework of the relationship between doctrine, organization, and action. Instead of treating *Hashishiyya* solely as a practice of violence identified with assassinations, the main focus of the study is to evaluate it as a holistic religious-political movement shaped around a concept of legitimacy based on imamate, a secrecy-substantive *da'wa* structure, and a symbolic political language prioritizing deterrence through a multi-layered hierarchy and an order of absolute obedience. The study has been conducted performing a qualitative document analysis, examining the primary sources (such as al-Shahrastani, Ghazali, Juwayni, Ibn Khaldun, Nizam al-Mulk) in the classical literature of the History of Islamic Sects, and the Politics, and reviewing the relevant modern researches. The major themes in the texts examined, like "the distinction between the outward (*zahir*) and the inward (*batin*)", "the hierarchy of *da'wa*", "absolute loyalty to the imam," and "secrecy," reveal that the organization of *Hashishiyya* was designed not merely as a military structure, but as an institutional structure systematically constructing a specific belief and conception of legitimacy, and based on discipline and cadre-training. The findings indicate that with its acts of violence and assassination, *Hashishiyya* was a religious-political formation integrated with a doctrinaire foundation centered on the imamate, a secretive da'wa system, and an organizational model based on obedience. In this context, the assassinations were considered strategic tools, aimed at specific targets, to create deterrence and psychological impact. Within this framework, *Hashishiyya* is, in the context of History of Islamic Sects, deemed a typical case reflecting the features of the early period when the search for legitimacy based on faith transformed into an organized and systematic form of political struggle. The study aims to reveal how religious discourse acquired an institutional structure within specific historical conditions and through what mechanisms this process intersected with the practices of radical action. In this respect, the research aims at making a contribution to a more accurate understanding of the political and religious structure of the medieval Islamic world, and also at providing an interdisciplinary perspective on understanding the intellectual and historical background of contemporary radical movements.

Keywords: History of Islamic Sects, Ismailiyya, Hashishiyya, Hasan Sabbah, the Alamut Castle.

GİRİŞ

İslâm tarihinin erken dönemlerinde ortaya çıkan bazı dinî-siyasal hareketler, yalnızca geliştirdikleri düşünsel ve doktriner çerçeveyle değil, aynı zamanda benimsedikleri sıra dışı ve süreklilik arz eden eylem pratikleriyle de dikkat çekmektedir. Bu tür hareketler, içinde teşekkül ettikleri tarihsel bağlamın siyasal, toplumsal ve dinî dinamiklerini derinden etkilemiş; ortaya koydukları etkiler, sonraki dönemlerde hem tarih yazımı hem de İslâm mezhepleri tarihi literatürü açısından kalıcı tartışma alanları üretmiştir. Özellikle erken dönem İslâm toplumlarında görülen bazı muhalif oluşumların, kendi varlıklarını ve mücadele yöntemlerini meşrulaştırmak amacıyla dinî kavramları belirli bir ideolojik çerçeve içerisinde yorumladıkları görülmektedir (Avcu, 2015, s. 193). Bu bağlamda, İslâm düşünce tarihi içerisinde belirgin bir doktriner zemine dayanan, hiyerarşik ve disiplinli bir örgütlenme modeli geliştiren ve düşünce ile eylemi eş zamanlı olarak yürüten yapılar ayrı bir önem arz etmektedir. Söz konusu yapılar arasında, ideolojik hedefleri doğrultusunda sistematik şiddeti bir araç olarak benimseyen Haşhaşîlik, bu yönüyle dikkat çekici bir örnek teşkil etmektedir. İsmâilîlik bünyesi içerisinde ortaya çıkan bu hareket, Hasan Sabbâh'ın liderliğinde kurumsal bir kimlik kazanmış; özellikle siyasal suikastleri merkezine alan mücadele tarzıyla dönemin hâkim güçleri üzerinde ciddi bir psikolojik ve siyasal etki meydana getirmiştir. Bu yönüyle Haşhaşîlik, dinî düşüncenin radikal eylem biçimlerine dönüşümünü, ideoloji ile şiddet arasındaki ilişkinin nasıl kurulduğunu ve örgütlü inanç sistemlerinin siyasal alanda nasıl işlevselleştirildiğini anlamak açısından da önemli bir örnek teşkil etmektedir (Özyiğit, 2012, s. 32-33). Bu hareketin incelenmesi, dinî referanslar etrafında teşekkül eden radikal yapıların hangi düşünsel ve kurumsal mekanizmalar üzerinden inşa edildiğini ve nasıl işlediğini ortaya koymaya imkân tanımakta; aynı zamanda bu tür oluşumların doğasına ilişkin daha kapsamlı kuramsal tartışmaların geliştirilmesine de katkı sağlamaktadır.

XI. yüzyılda İsmâilîlik bünyesinde ortaya çıkan Haşhaşîlik, Fâtımî Halifesi el-Müstansır'ın vefatını takip eden süreçte İsmâilî hareketin Musta'lîyye ve Nizârîyye olmak üzere iki ana kola ayrılmasıyla birlikte, Nizârî İsmâilîlik içerisinde şekillenen müstakil ve radikal bir yapılanma olarak tarih sahnesine çıkmıştır (Mercan, 2014, s. 159). Bu ayrışma, aynı zamanda İsmâilî davetin siyasal hedefleri, örgütsel yapısı ve mücadele yöntemleri bakımından belirgin bir dönüşümü de beraberinde getirmiştir. Özellikle Hasan Sabbâh'ın liderliğinde şekillenen Haşhaşilik, klasik bir mezhep ya da siyasî hizip olmanın ötesine geçerek, ideolojik söylem ile doğrudan eylemi bütünleştiren radikal bir hareket hüviyeti kazanmıştır. Alamut merkezli teşkilatlanma modeli, gizliliğe dayalı hiyerarşik örgütlenme, mutlak itaate dayanan

disiplin anlayışı ve hedef odaklı suikast stratejileri üzerine inşa edilmiştir (Kaya, 2008, s. 21-22).

Haşhaşîlik, siyasal muhalefeti teorik düzlemde sürdürmekle yetinmemiş; suikastleri bir baskı ve yıldırma aracı olarak sistematik biçimde uygulamıştır. Bu yönüyle hareket, başta Selçuklular olmak üzere Abbâsî ve Eyyûbî siyasal yapıları açısından kalıcı bir güvenlik tehdidi hâline gelmiş; etkisi, bölgesel sınırları aşarak Haçlılar ve Tapınak Şövalyeleri gibi İslâm dışı aktörlerin dahi dikkatini çeken bir güç olarak tarih sahnesinde belirginleşmiştir (Ocak, 2004, s. 171). Bu çerçevede Haşhaşîlik, Ortaçağ İslâm dünyasında dinî söylemin radikal eylem biçimlerine dönüşümünü en çarpıcı biçimde temsil eden tarihsel örneklerden biri olarak değerlendirilebilir.

Haşhaşîlik, gizlilik ve mutlak itaati kurucu ilkeler olarak benimseyen; mistik ve sembolik söylemler yoluyla meşruiyet üreten; sistematik şiddet ve suikast pratiğini örgütsel yapısının merkezine yerleştiren disiplinli ve hiyerarşik bir yapılanma olarak tarih sahnesine çıkmıştır (Arayancan, 2022, s. 80). Bu bağlamda hareketin işleyiş mantığı, yaygın anlatılarda öne çıkarılan "haşhaş yoluyla uyuşturma" iddiasından ziyade, mensuplar üzerinde tesis edilen mutlak itaat kültürü aracılığıyla zihinsel ve iradî bir yönlendirme mekanizmasına dayanmaktadır. Batı literatüründe "Assassins" adıyla anılan bu hareket, suikasti bilinçli ve sürekli bir siyasî araç hâline getirmesi sebebiyle Avrupa dillerinde "assassin" kavramının teşekkülünde belirleyici bir rol oynamıştır. Söz konusu kavram, zamanla tarihsel bağlamından kısmen koparak ideolojik saiklerle, belirlenmiş hedeflere yönelik gizli, planlı ve örgütlü öldürme eylemlerini ifade eden genel bir anlam kazanmıştır (Lewis, 2005, s. 19).

Hasan Sabbâh, farklı entelektüel ve liderlik niteliklerini şahsında birleştiren, güçlü ve karizmatik bir figür olarak öne çıkmaktadır. Keskin zekâsı ve aldığı nitelikli eğitim sayesinde yalnızca dinî ve siyasî alanlarda değil; matematik, astronomi ve felsefe gibi ilimlerde de yetkinlik kazanmıştır (Özaydın, 1997, s. 347-350). Disiplinli ve katı bir ahlâk anlayışına sahip olan Hasan Sabbâh, bu yaklaşımını en yakın çevresine dahi tavizsiz biçimde uygulamış; dinî kuralları ihlâl ettiği gerekçesiyle kendi oğlunun idamına hükmetmesiyle bu tutumunu somutlaştırmıştır (Kaya, 2008, s. 19). Ayrıca Haşhaşî teşkilatı, yoğun gizlilik ve özel bir eğitim sürecinden geçirilen, örgütün en dikkat çekici unsurlarından biri olan "fedâîler" grubunu tesis ederek hareketin eylemci ve askerî boyutunu kurumsal ve sistematik bir yapıya dönüştürmüştür (Lockhart, 2006, s. 221).

Haşhaşîlik, yalnızca suikast ve şiddet eylemleriyle sınırlı dar bir yapı olarak değerlendirilmemeli; aksine kendine özgü bir ideolojik çerçeveye, hiyerarşik bir teşkilat

modeline, sistematik bir eğitim ve dâîlik düzeniyle desteklenen disiplinli bir örgütlenme anlayışına sahip bütüncül bir yapılanma olarak ele alınmalıdır. Bu yönüyle hareket, modern dönemde ortaya çıkan ideoloji temelli örgütlü şiddet yapılanmalarıyla karşılaştırmalı analizlere imkân sunan tarihsel bir model niteliği taşımaktadır. Dolayısıyla Haşhaşîliğin kendi tarihsel bağlamı içerisinde çok boyutlu biçimde ele alınması, bir yandan dönemin siyasal ve dinî dinamiklerinin daha sağlıklı kavranmasına katkı sağlarken, diğer yandan çağdaş radikal hareketlerin örgütlenme ve işleyiş mantığının anlaşılmasına da analitik bir zemin sunacaktır.

Bu çalışma, Haşhaşîliğin belirli bir doktriner zemin üzerinde teşekkül eden ve zamanla kurumsal bir siyasal eylem pratiğine dönüşen yapısını tarihsel bağlamı içerisinde çözümlemeyi amaçlamaktadır. Bu çerçevede hareketin teşkilat yapısı, ideolojik yönelimleri ve gelişim seyrini belirleyen temel kırılma noktaları, dönemin siyasal, toplumsal ve dinî koşullarıyla irtibatlı biçimde ele alınmaktadır. Böylece Haşhaşîliğin yalnızca tarihsel bir olgu olarak değil, inanç temelli radikal hareketlerin yapısal özelliklerini anlamaya imkân veren bir örnek olarak değerlendirilmesi hedeflenmektedir.

1. İsmailî Doktrin ve Nizârî Tecrübe: Haşhaşîliğin Tarihsel Zemini

Altıncı imam Caʿfer es-Sâdık'ın (ö. 148/765) vefatını müteakip, imametin nass ve tayin yoluyla en büyük oğlu İsmâil'e ve onun soyuna intikal ettiğini savunan yaklaşım, Şiî ana yapıdan ayrışan farklı bir imamet anlayışının teşekkülüne zemin hazırlamıştır (Bulut, 2005, s. 29). Bu süreçte imamet silsilesini İsmail b. Cafer üzerinden temellendiren yaklaşım, literatürde "İsmâilîyye" adıyla anılmış ve bu adlandırma özellikle İsmail'in oğlu Muhammed b. İsmail'e nispetle yaygınlık kazanmıştır (Yurtalan-Demir, 2023, s. 12). Klasik kaynaklarda İsmâilîler için kullanılan adlandırmaların çeşitlilik gösterdiği dikkat çekmektedir. İbn Haldun, *Mukaddime*'de imameti İsmail'e nispet eden bu yapıyı "İsmâilîyye" olarak belirtmekte; zâhir-bâtın ayrımına dayalı yaklaşımları sebebiyle "Bâtınîyye" adıyla da tanımlandıklarını, bazı görüş ve söylemleri dolayısıyla ise "Mülhide" şeklinde nitelendirildiklerini aktarmaktadır (İbn Haldun, 2018, s. 428). Bu ifadeler, büyük ölçüde dönemin mezhebî tartışma ve eleştiri dilini yansıtmaktadır.

İsmâilîyye kavramını sistematik biçimde kullanan ilk isimlerden biri, aynı zamanda bir İsmâilî dâîsi olan Ebû Hâtim er- Râzî'dir (ö. 322/934) (er-Râzî, 1988, 287-289). Er-Râzî, imamet anlayışını İsmail ve onun soyuna dayandıran bu hareketin "İsmâilîlik" adıyla anılmasının isabetli olduğunu ifade etmektedir (Avcu, 2018, s. 47). Öte yandan İmam Gazâlî ise İsmâilîler için Bâtınîyye, Karmatîyye, Hürremîyye, Bâbekîyye, Sebʿiyye, Muhammira ve Taʿlîmiyye gibi farklı isimlerin kullanıldığını belirterek (er-Râzî, 1988, 287-289), bu adlandırmaların doktriner farklılıklar kadar tarihsel ve siyasal bağlamla da ilişkili olduğuna işaret etmektedir (Işık, 2025,

s. 1053). Kaynaklarda çoğunlukla gizlilik esasına dayalı ve muhalif bir karakterle tasvir edilen İsmâilîliğin teşekkülünde, dönemin siyasî ve itikadî tartışmalarının yanı sıra, farklı kültürel ve düşünsel birikimlerin de etkili olduğu anlaşılmaktadır.

Caʿfer es-Sâdık, vefatından önce imamet için büyük oğlu İsmâil'i tayin etmiştir (Tan, 2012, s. 111). Ancak İsmâil'in babasından önce vefat etmesi üzerine Şiî çoğunluk, imamet meselesinde Mûsâ el-Kâzım etrafında birleşmiştir. Buna karşılık, İsmâil'in imametini savunmaya devam eden bazı gruplar, onun gerçekte ölmediğini, takiyye gereği gizlendiğini ve kāim olarak yeniden zuhur edeceğini ileri sürmüşlerdir (Akpınar, 2025, s. 1410). Diğer bir grup ise İsmâil'in vefatını kabul ederek imametin Caʿfer es-Sâdık'ın torunu Muhammed b. İsmâil'e intikal ettiğini savunmuştur. Bu yaklaşımı benimseyenler, İsmâil'in kölesi Mübarek'e nispetle kaynaklarda "Mübarekiyye" olarak da anılmıştır (Avcu, 2015, s. 194).

Muhammed b. İsmail'in vefatıyla birlikte İsmâilîlik, yaklaşık bir buçuk asır süren setr dönemine girmiştir (Öz, 1993, s. 605). İsmâilî davetin bu süreçte gizlilik esasına göre yürütülmesi nedeniyle bu evre, kaynaklarda "Gizli Davet Dönemi" şeklinde tanımlanmıştır (Tan, 2015, s. 81). İmamın zahiren bulunmadığı bu safhada, davet faaliyetleri imam adına tebliğde bulunan dâîler aracılığıyla sürdürülmüş; imamet silsilesi kesintisiz biçimde devam etmiştir. Abbâsîler döneminde maruz kalınan siyasal baskılar sebebiyle İsmâilîler inançlarını gizlilik içinde yaşamak zorunda kalmış, bu nedenle imamlar ve dâîler faaliyetlerini sessiz ve çoğunlukla merkezî otoriteden uzak bölgelerde yürütmüşlerdir (Mercan, 2014, s. 155). İsmâilîlik, tarihsel gelişiminin en parlak safhasını Fâtımîler dönemiyle birlikte yaşamıştır. Literatürde "Altın Çağ" olarak nitelendirilen bu süreçte İsmâilî düşünce, Yeni-Eflatuncu ve gnostik unsurlarla etkileşim içine girerek daha sistematik bir felsefî çerçeve kazanmış; bu doğrultuda doktriner yapısını derinleştirerek belirgin bir kurumsal kimliğe kavuşmuştur (Tan, 2015, s. 83). Bu süreçte Fâtımî Devleti, yalnızca İsmâilîliğin siyasal temsilcisi olmakla kalmamış, aynı zamanda Abbâsî hilâfetine karşı İslâm dünyasındaki en güçlü ve etkili siyasî rakip konumuna yükselmiştir (Hodgson, 2017, 48-51; Ay, 2012, s. 26).

İsmâilî inanç sistemi, klasik kaynaklarda genellikle "Makālât-ı Kadîme" ve "Makālât-ı Cedîde" olmak üzere iki ana evrede ele alınmaktadır (Tan, 2012, s. 132). Makālât-ı Kadîme, İsmâilîliğin erken dönem inanç yapısını ifade etmekte olup bu safhada öğretinin belirgin biçimde Şiî kimlik ve imamet anlayışı etrafında teşekkül ettiği görülmektedir. Bu dönemde felsefî, bâtınî ya da gnostik unsurlar henüz sistematik bir şekilde doktriner yapıya dâhil edilmemiştir. Buna karşılık Makālât-ı Cedîde, Hasan Sabbâh tarafından geliştirilen yeni doktriner söylemleri temsil etmekte; bu safhada İsmâilî öğreti, felsefî ve ezoterik boyutları

belirgin biçimde öne çıkaran daha karmaşık ve sistematik bir doktriner çerçeveye kavuşmuştur (İbn Haldun, 2018, s. 428). Bu dönüşüm sürecinde Hasan Sabbâh, Şiî imamet öğretisini ideolojik ve doktriner açıdan yeniden formüle etmiş; söz konusu inanç yapısı özellikle Fâtımîler döneminde kurumsallaşarak bütüncül bir doktriner çerçeveye kavuşmuştur.

İsmâilîyye mezhebinde "yedi" sayısı, kozmik düzen ve ilahî planla ilişkilendirilen merkezî bir sembol olarak kabul edilmektedir (Akıtürk, 2019, s. 787- 788). Erken İsmâilî öğretiye göre dinî tarih, her biri bir nâtık (şeriat getiren peygamber) tarafından başlatılan yedi devirden oluşmakta ve her devir yedi imamla temsil edilmektedir. Bu çerçevede altıncı devrin nâtıkı Hz. Muhammed, vasîsi ise Hz. Ali olarak kabul edilmiştir. Altıncı devrin son imamı ise ölümü inkâr edilen ve Kâim el-Mehdî olarak zuhur edeceğine inanılan Muhammed b. İsmail'dir. Muhammed b. İsmail'in zuhuru ile birlikte İslâm şeriatının yürürlükten kalkacağı, yedinci ve son devrin başlayacağı ve bu aşamada herhangi bir yeni dinî düzenin tesis edilmeyeceği ileri sürülmektedir (Akpınar, 2025, 1411).

Fâtımî halifesi Mustansır-Billâh'ın vefatıyla birlikte, halifeliğin ve imametin büyük oğlu Nizâr'a intikal etmesi gerektiği yönündeki beklentilere rağmen, Musta'lî-Billâh'ın halife ilan edilmesi İsmâilîlik içerisinde derin bir mezhebî ayrışmanın ortaya çıkmasına yol açmıştır. Bu süreçte imametin Nizâr'ın hakkı olduğunu savunanlar Nizâriyye, Musta'lî-Billâh'ın imametini meşru kabul edenler ise Musta'liyye adıyla anılmıştır (Özaydın, 2006, s. 119-121).

İsmâilîyye mezhebinin inanç öğretisi ve doktriner yapısı incelendiğinde, davet faaliyetlerinin kademeli ve sistematik bir süreç çerçevesinde yürütüldüğü anlaşılmaktadır. Bu süreçte ilk aşamada bireyler, dinin zâhirî anlamı üzerinden sorgulamaya yönlendirilerek zihinsel bir tereddüt ortamına sevk edilmekte; devamında oluşan bu zeminde bâtınî yorumlara açık hâle getirilmektedir. Nihai aşamada ise telkin, yemin ve bağlılık esasına dayanan gizli davet yöntemi aracılığıyla kişiler mezhepsel yapıya dâhil edilmektedir (Bağdâdî, 1965, s. 32; Abdulhamid, 1994, s. 52-55). İmam Gazzâlî, eserlerinde bu aşamalı davet sürecine değinmekte ve Bâtınîyye'nin taraftar kazanma amacıyla uyguladığı yöntemleri eleştirel bir çerçevede ele almaktadır (İlhan, 1992, s. 190-194). Bu süreç; teferrüs, te'nis, teşkîk, ta'lîk, rabt, tedlîs, îmân misâkı ve ahid safhalarından oluşmakta, nihayetinde hal' ve sulh aşamasıyla tamamlanmaktadır (el-Bağdâdî, 1990, s. 281-312). Bu tasnif, İsmâilî davetinin rastlantısal değil, sistemli ve kademeli bir yapı üzerine inşa edildiğini göstermektedir. Bu bağlamda İsmâilî doktrininin ayırt edici yönlerinden biri, zâhir-bâtın ayrımını merkeze alan yorum anlayışıdır. Te'vil yönteminin yoğun biçimde kullanılmasıyla bâtınî anlam asli konuma yerleştirilmiş; zâhirî hükümler ise ikincil bir düzlemde değerlendirilmiştir (Karaağaç, 2019, s. 455). İsmâilî düşünceye göre kitaplar ve

şeriatlar peygamberlere göre değişiklik gösterebilmekle birlikte, bu metinlerin ihtiva ettiği bâtınî hakikatler değişmez ve süreklilik arz eder (Tan, 2012, s. 117).

Alaaddin Ata Melik Cüveynî, *Cihân-güşâ* adlı eserinde Bâtınî hareketlere ilişkin değerlendirmelerinde bu tür oluşumların fikrî ve inançsal kökenlerini eleştirel bir bakışla ele almaktadır. Ona göre bu çevreler, toplumda ayrışma ve zihinsel karmaşa oluşturmak amacıyla, şeriatın yalnızca zâhirî hükümlerden ibaret olmadığı ve bunun ötesinde ancak seçkin bir zümre tarafından kavranabilecek gizli bir anlam katmanının bulunduğu iddiasını yaygınlaştırmıştır. Bu dönemde, Yunan felsefesinden tevarüs edilen kavramlarla Mecûsî düşünce geleneğinden aktarılan unsurlar bilinçli biçimde mezc edilmiş; tarihsel ve dinî temelden yoksun bazı görüşler, yeni ve derinlikli bir bilgi sunuluyormuş izlenimi verilerek aktarılmıştır (Cüveynî, 2022, s. 523-524). Bu söylem, dinî metinlerin anlam dünyasını dönüştürmeye yönelik bilinçli ve ideolojik bir yönlendirme olarak değerlendirilebilir.

Cüveynî, İsmâilî düşüncede belirginleşen zâhir–bâtın ayrımını da bu eleştirel çerçeve içerisinde değerlendirmektedir. Ona göre bu anlayışta esas olan bâtınî anlamdır; şeriatın iç yüzüne vâkıf olduğu kabul edilen kimselerin zâhirî hükümleri tali görmeleri ise günah kapsamında değerlendirilmemektedir. Bu yaklaşımın, dinî yükümlülüklerin mahiyetine ilişkin algıyı köklü biçimde dönüştürdüğünü ifade eden Cüveynî, böylece bâtın merkezli yorum anlayışının normatif dinî yapıyı yeniden şekillendirdiğini ifade etmektedir (Cüveynî, 2022, s. 530).

İsmâilîyye'de bâtınî te'viller sonucunda şekillenen gnostik düşünce sistemi, kendine özgü bir kozmoloji ve devrî kutsal tarih tasavvuruna dayanmaktadır. Bu anlayışa göre her tarihsel dönem, bir nâtık (şeriat getiren peygamber), onun ardından bir vasî ve altı sâmit imam silsilesiyle devam etmektedir (Öz-eş-Şek'a, 2001, s. 128-133). Söz konusu yaklaşım, klasik anlamda normatif bir inanç doktrininden ziyade, tarihsel süreci ilahî hakikatin yeryüzündeki tezahürleri olarak yorumlayan bütüncül bir anlamlandırma çerçevesi sunmaktadır. Bu bağlamda her dönem, ilahî düzenin farklı bir yansıması olarak tasvir edilmektedir. Bu doktriner yapı, özellikle Alamut sürecinde imama mutlak bağlılık ve sorgusuz itaati meşrulaştıran temel referanslardan biri hâline gelmiştir. Fedâîlerin canları pahasına Sünnî siyasal otorite temsilcilerine yönelik suikastlar gerçekleştirmeleri ve Hasan Sabbâh tarafından verilen görevleri tereddütsüz yerine getirmeleri, bu anlayışın pratik düzeydeki yansımaları olarak değerlendirilebilir (Cüveynî, 2022, s. 525). Bu çerçevede İsmâilîyye'de imamet hem siyasî hem de ruhanî otoritenin merkezinde konumlandırılmış; imama mutlak itaat temel bir ilke olarak kabul edilmiştir (Bayer-Akoğlu, 2025, s. 25). İmamın söz ve fiillerinin doğruluğu tartışma konusu

yapılmamış; bazı rivayetlerde zâhirî açıdan eleştirilebilecek davranışlarının dahi kusur veya günah olarak değerlendirilemeyeceği ileri sürülmüştür. İsmâilî düşüncede zamanın imamsız olamayacağı, Tanrı'nın ancak imam vasıtasıyla bilinebileceği ve onun bilgisi olmaksızın ilahî hakikate ulaşılamayacağı anlayışı merkezi bir yer tutmaktadır (İlhan, 1992, s. 190). Bu perspektifte imam, kozmik düzenin asli unsuru ve varlık hiyerarşisinin merkezî bir bileşeni olarak tasavvur edilmiştir (Cüveynî, 2022, s. 528). Bu teolojik çerçeveyle uyumlu biçimde İsmâilî davet sistemi, sıkı ve kademeli bir hiyerarşik görev düzeni üzerine inşa edilmiştir. Davet teşkilatındaki görev sıralaması ise nâtık, esas, imam, hüccet, bâb (dâʿî'd-düʿât), dâʿî-i belâğ, dâʿî-i mutlak, dâʿî-i mahdûd, me'zûn-i mutlak ve me'zûn-i mahdûd şeklinde yapılandırılmıştır (Öz-eş-Şek'a, 2001, s. 128-133).

Selçuklu Devleti'nin büyük veziri Nizâmülmülk, *Siyasetnâme* adlı eserinde dönemin siyasî ve dinî yapısına dair değerlendirmeleri kapsamında Bâtınîliğe geniş biçimde yer vermektedir. Eserde Haşhaşîler ismen zikredilmemekle birlikte, Bâtınîlik başlığı altında hareketin erken dönem faaliyetlerine ilişkin dikkat çekici tasvirler sunulmaktadır. Nizâmülmülk'e göre bu çevrelerin temel hedefi, İslâm'ın esaslarını zayıflatmak, toplumda inanç karmaşası oluşturmak ve mevcut düzeni sarsmaktır (Nizâmülmülk, 2017, s. 325). Bu yaklaşım, Selçuklu idarî çevrelerinde Bâtınî hareketlerin, itikadî bir mesele olmanın ötesinde, toplumsal düzeni ve siyasal istikrarı tehdit eden yapısal bir sorun olarak algılandığını göstermesi bakımından dikkat çekici bir önem taşımaktadır.

1.1. İsmailîlik İçindeki Ayrışma ve Haşhaşîliğin Doğuşu

Fâtımî İsmâilîliğinin tarihsel gelişimindeki en belirleyici kırılma noktası, Halife el-Mustansır-Billâh'ın (ö. 487/1094) vefatıyla birlikte ortaya çıkmıştır (Tan, 2012, s. 124). Mustansır'ın başlangıçta en büyük oğlu Ebû Mansûr Nizâr'ı halefi olarak belirlemesine rağmen, tam yetkili vezir Efdal lakaplı Ebû'l-Kāsım Şahinşah'ın müdahalesiyle küçük oğlu Ebû'l-Kāsım Ahmed, Musta'lî-Billâh unvanıyla Fâtımî tahtına çıkarılmıştır. Bu gelişme, yalnızca bir taht değişikliğiyle sınırlı kalmamış; İsmâilî hareket içerisinde derin ve kalıcı bir bölünmenin de zeminini oluşturmuştur (Daftary, 2017, s. 376). Mustansır-Billâh'ın vefatını takip eden süreçte Nizâr ve Musta'lî'nin imameti etrafında şekillenen çatışmalar, İsmâilîliğin tarihsel seyrini belirleyen temel kırılmalardan biri hâline gelmiştir. Bu dönemde ortaya çıkan siyasî ve doktriner gerilimler, hareketi derin bir kriz sürecine sürüklemiş ve nihayetinde İsmâilîlik, Nizâriyye ve Mustaʿliyye olmak üzere iki ana kola ayrılmıştır. Nizâr'ın imametini benimseyen İsmâilî çevreler başta Irak, Suriye, Kûmiş ve Horasan bölgelerinde yoğunlaşırken; Mustaʿlî'nin imametini kabul edenler esas olarak Mısır ve çevresinde etkinlik göstermiştir. Bu ayrışma,

İsmâilîliğin sonraki tarihsel seyrini belirleyen en kritik dönüm noktalarından biri olarak değerlendirilmektedir (Cüveynî, 2022, s. 543).

Haşhaşîlik, İsmâilîliğin Nizârî kolunun devamı mahiyetinde ortaya çıkan radikal bir harekettir. Nizâr'ın öldürülmesinin ardından imametin onun hakkı olduğunu savunan Nizârî çevreler, Hasan Sabbah önderliğinde yeni ve bağımsız bir yapılanma sürecine girmiştir. Hasan Sabbâh, Fâtımî Halifesi el-Müstansır'ın büyük oğlu Nizâr'ın halifelik makamına geçmesi gerektiğini savunmuş; bu hedef doğrultusunda Nizâr'ın safında yer almıştır. Nizâr'ın bertaraf edilmesinin ardından Hasan Sabbâh, Fâtımî yönetimiyle olan bağlarını keserek İran coğrafyasında bağımsız bir Nizârî İsmâilî yapılanma tesis etmiştir (Daftary, 2017, s. 378). Bu süreçle birlikte Nizârî İsmâilîler, Hasan Sabbâh'ın liderliğinde Fâtımî hilâfetinden fiilen ayrılarak hem doktriner hem de siyasal düzlemde bağımsız bir yapı inşa etmiştir. İran merkezli olarak örgütlenen bu hareket, zamanla Büyük Selçuklu Devleti sınırları içerisinde özerk bir güç odağı hâline gelmiş ve Abbâsî-Selçuklu siyasî düzenine karşı sıra dışı bir mücadele yöntemi benimsemiştir (Arayancan, 2011, s. 23-24). Bu yönüyle Haşhaşîlik, yalnızca mezhep içi bir ayrışmanın ürünü olarak değil, Ortaçağ İslâm dünyasında dinî meşruiyet ile siyasî muhalefetin kesişiminde şekillenen radikal bir hareket olarak tarih sahnesinde belirginlik kazanmıştır (Ocak, 2004, s. 178). Bu dönemde Musta'lî İsmâilîler İslâm coğrafyasının daha sınırlı ve sakin bölgelerinde varlıklarını sürdürürken, Nizârîler gerek doktriner üretim gerekse siyasî faaliyet bakımından daha dinamik bir gelişim göstermiştir (Lewis, 2005, s. 67). Nizârî İsmâilîliğin bu aktif ve müdahaleci tutumu, İslâm dünyasının siyasî ve mezhebî dengeleri üzerinde kalıcı etkiler bırakmış; Haşhaşîliği dönemin en dikkat çekici hareketlerinden biri hâline getirmiştir.

Haşhaşîler adıyla tarih sahnesine çıkan bu yeni radikal oluşum, İsmâilîliğin mistik ve gizli yönlerini muhafaza etmekle birlikte, siyasî ve askerî faaliyetleri merkeze alan aktif bir çizgiye yönelmiştir. Bu süreçte hareket, gizlilik esasına dayalı düşünsel zemininden sıyrılarak, sıra dışı eylemlerle görünürlük kazanan radikal bir mücadele tarzı geliştirmiştir. Alamut başta olmak üzere çevredeki kalelerde kurulan örgütlenme, Haşhaşîleri fiilen bağımsız bir güç odağı hâline getirmiş; Hasan Sabbâh liderliğinde şekillenen bu yapı, askerî ve siyasî bir aktör olarak Ortaçağ İslâm dünyasında kalıcı bir iz bırakmıştır.

2. Hasan Sabbâh Dönemi: Alamut Merkezli Yapılanmanın İnşası

Haşhaşî hareketinin tarih sahnesinde belirginleşmesinde merkezi bir rol üstlenen Hasan Sabbâh, karizmatik liderliğiyle düşünsel üretimi ve eylem pratiğini birlikte yürüten önemli bir şahsiyet olarak ortaya çıkmaktadır. 1090-1124 yılları arasında İran coğrafyasında teşekkül eden Nizârî İsmâilî yapılanmanın kurucusu kabul edilen Hasan Sabbâh, bu süreçte hareketin

doktriner çerçevesini ve örgütsel yapısını şekillendiren başlıca aktör olmuştur (Özaydın, 1997, s. 347-350). Kaynaklarda kendisi için "reisü'd-daʿve", "şeyhü'l-cebel", "mevlânâ", "efendimiz" ve "büyük üstad" gibi çeşitli lakaplar kullanılmış; İsmâilî çevrelerde ise "Seyyidinâ Hasan" şeklinde anılmıştır. Batı literatüründe ise daha çok "dağın yaşlı adamı" adıyla tanınmıştır (Arayancan, 2022, s. 25). Hasan Sabbâh, 1052 yılında İran'ın Kum şehrinde, Şiî geleneğe mensup, eğitimli bir ailede dünyaya gelmiş; genç yaşta ailesiyle birlikte Rey'e taşınmıştır. Rey'de bulunduğu dönemde İsmâilî öğretiyle tanışmış ve Fâtımî İsmâilîliğini benimsemiştir. Hasan Sabbâh, daha sonra Mısır'a giderek Kahire'de Dârü'l-Hikme çevresinde eğitim almış; bu sürecin ardından Nizârî İsmâilî hareketine katılarak İran'a dönmüş ve burada yoğun bir davet faaliyeti yürütmeye başlamıştır (Özaydın, 1997, s. 347-350). Hasan Sabbâh, kendisinden sonraki liderlerin aksine genellikle "imam" unvanını kullanmamış; gerçek imam olarak Nizâr'ın soyundan gelen şahsı kabul etmiş ve kendi konumunu imamın temsilcisi olarak tanımlamıştır (Anıl, 2014, s. 302). İlim ve irfana büyük önem veren Hasan Sabbâh, Alamut Kalesi'nde kapsamlı bir kütüphane oluşturmuş ve İsmâilî öğretiyi destekleyen eserler kaleme almıştır (Arayancan, 2022, s. 283). Ancak bu kütüphane, Moğol istilâsı sırasında büyük ölçüde tahrip edilmiştir (Özaydın, 1997, s. 350). Hasan Sabbâh (ö. 1124), vefatına kadar yaklaşık otuz beş yıl boyunca Alamut'u terk etmeksizin Nizârî İsmâilî hareketini bu merkezden yönetmiştir (Özaydın, 1997, s. 347-350).

Hasan Sabbâh, "ed-Daʿvetü'l-Cedîde" olarak adlandırdığı faaliyetleri çerçevesinde temel hedefini, davet hareketine yeni mensuplar kazandırmak olarak belirlemiştir. Bu doğrultuda her dönemde varlığı zorunlu kabul edilen bir kāim imamın mevcudiyetini esas almış; kurtuluşa erecek topluluğun yalnızca kendi imamını tanıyanlar olduğunu ileri sürerek davet stratejisini bu anlayış üzerine inşa etmiştir (Şehristânî, 2024, s. 182). Selçuklu siyasî otoritesine karşı mücadelesini gizlilik içerisinde yürütmeyi tercih eden Hasan Sabbâh, bu amaçla ulaşılması güç, savunması kolay ve merkezî denetimden uzak bir yerleşim yeri arayışına girmiştir. Bu arayış neticesinde Elburz Dağları'nın merkezî konumunda, sarp ve hâkim bir kayalık üzerine inşa edilmiş olan Alamut Kalesi stratejik bir merkez olarak seçilmiştir (Lewis, 2005, s. 79). Deylem bölgesinde inşa edilen bu kale, coğrafî konumu itibarıyla askerî müdahalelere son derece elverişsiz bir yapıya sahiptir. Kaynaklar, kalenin yer aldığı sarp arazi nedeniyle erişiminin son derece güç olduğunu ve sahip olduğu doğal savunma imkânlarının olağanüstü düzeyde bulunduğunu özellikle vurgulamaktadır (Cüveynî, 2022, s. 513). Kale, Deylem hükümdarlarından biri tarafından inşa edilmiş olup adını, Deylem dilinde "kartalın öğretisi" anlamına gelen "Aluh Âmut" ifadesinden almıştır (Lewis, 2005, s. 80).

Hasan Sabbâh, Alamut'u kendisi ve dâîleri için bir Dâru'l-Hicre olarak tasarlamış; burayı hem idarî hem de ideolojik bir merkez hâline getirmiştir (Avcu, 2015, s. 195). Bu tür yerleşimler, gaybette olduğu kabul edilen imamın zuhurunu bekleyen topluluklar için "kurtarılmış bölgeler" niteliği taşımaktadır (Avcu, 2015, s. 197). Alamut'ta güç kazandıktan sonra Hasan Sabbâh, davet faaliyetlerini genişletmek üzere çeşitli bölgelere dâîler göndermiş ve hiyerarşik bir örgütlenme modeli oluşturmuştur. Bu yapı içerisinde, itaate dayalı bir sistemle yetiştirilen ve "fedâîler" olarak adlandırılan unsurlar hem davet faaliyetlerinde hem de hareketin askerî ve siyasî hedefleri doğrultusunda aktif rol üstlenmiştir (Özaydın, 1997, s. 347-350). Zamanla Alamut, bir merkez olmanın ötesine geçerek çevresinde inşa edilen veya ele geçirilen kaleler aracılığıyla Nizârî İsmâilî hareketini bölgesel ölçekte örgütlenen bir ağ yapısına dönüştürmüştür (Özaydın, 1997, s. 347-350). Bu süreçte Hasan Sabbâh'ın liderliğinde şekillenen yapılanma hem coğrafî yayılımı hem de örgütsel bütünlüğü bakımından süreklilik gösteren güçlü bir siyasal ve askerî odak hâline gelmiştir.

Sonuç olarak Hasan Sabbâh'ın en stratejik hamlesi, Alamut Kalesi'ni ele geçirmesi olmuştur. Sarp ve ulaşılması güç coğrafî konumuyla Alamut, yalnızca güçlü bir savunma mevkii değil; aynı zamanda Hasan Sabbâh ve Nizârî hareket için fikirsel ve ideolojik bir sembole dönüşmüştür. Dışarıdan bakıldığında erişimin güçlüğü, bu mekânın Haşhaşî yapılanmasının gizliliğini ve güvenliğini pekiştiren bir unsur olarak algılanmasına yol açmış; aynı zamanda burası, davetin sistemli biçimde yürütüldüğü merkezî bir üs işlevi görmüştür. Bu yönüyle Alamut, askerî bir üs olmanın ötesinde, eğitim faaliyetlerinin yürütüldüğü ve ideolojik bağlılığın inşa edildiği kurumsal bir merkez hâline gelmiş; aynı zamanda muhatapları üzerinde belirgin bir psikolojik caydırıcılık oluşturmuştur. Bu durum, mekân ile ideoloji arasındaki ilişkinin Haşhaşîlik özelinde nasıl kurucu ve belirleyici bir işlev üstlendiğini göstermesi bakımından dikkat çekicidir.

2.1. Haşhaşîlerin Siyasal Faaliyetleri ve Suikast Stratejileri

Haşhaşîler, mezhebî bir yapı olmanın ötesinde, siyasal bir aktör olarak da etkinlik göstermiştir. Özellikle Selçuklular gibi güçlü siyasî otoritelerle doğrudan askerî çatışmaya girmek yerine, gizliliğe dayalı ve hedef odaklı bir mücadele biçimini tercih etmişlerdir (Sungur, 2021, s. 20). Bu çerçevede suikast, hareketin siyasal stratejisinin temel araçlarından biri hâline gelmiş; davalarına muhalif görülen kişiler, seçilmiş hedefler olarak ortadan kaldırılmıştır. Nizâmülmülk'ün öldürülmesinin ardından devlet adamları, emirler ve kamuoyunda tanınan bazı şahsiyetlere yönelik suikastlerin artması, bu yöntemin sistematik biçimde uygulandığını göstermektedir (Cüveynî, 2025, 556). Bu yönüyle Hasan Sabbâh, çağdaşı olan diğer siyasî ve

dinî liderlerden belirgin biçimde ayrılmaktadır. Zira suikasti yalnızca geçici ve istisnaî bir yöntem olarak değil, süreklilik arz eden bir siyasal araç olarak kullanmıştır (Özaydın, 1997, s. 347-350). Haşhaşîlerin benimsediği bu eylem biçimi, sınırlı askerî imkânlara rağmen dönemin siyasal dengeleri üzerinde kayda değer sonuçlar doğurmuş; bu durum, söz konusu yapılanmanın çağdaşları tarafından ciddi bir tehdit ve caydırıcı bir unsur olarak algılanmasına yol açmıştır.

Fedâî olarak adlandırılan ve özel yöntemlerle yetiştirilen suikastçılar, katı bir disiplin ve mutlak itaate dayalı bir anlayış çerçevesinde hareket etmişlerdir. Ölümü göze alan bu kişiler, kendilerine verilen görevleri sorgulamaksızın yerine getirmiştir. Suikastların çoğunlukla herkesin gözü önünde ve kamusal mekânlarda gerçekleştirilmesi, bu eylemlerin toplumda yaygın bir korku ve tedirginlik ortamı oluşturmasına yönelik bir etki üretmeyi hedeflemiştir (Mercan, 2014, s. 162). Bu yönüyle Haşhaşî suikastleri, doğrudan askerî çatışmaya girmekten ziyade, korku, belirsizlik ve caydırıcılık üzerinden psikolojik bir etki üretmeyi hedefleyen bir yöntem olarak değerlendirilmelidir.

Hasan Sabbâh ve Haşhaşîler, bölgedeki siyasî otoriteler ve devlet adamları açısından sürekli bir tehdit ve korku unsuru olarak algılanmıştır. Fedâî olarak yetiştirilen ve çeşitli telkinler ile yönlendirilen bu unsurlar, birçok üst düzey devlet görevlisine yönelik suikastler gerçekleştirmiştir. Nizâmülmülk suikastı, bir devlet adamına yönelik sistematik ve ideolojik saiklerle işlenmiş ilk eylemlerden biridir (Öz, 1993, s. 607). Nitekim Nizâmülmülk, İsmâilî hareketle yalnızca askerî değil, aynı zamanda siyasî ve ideolojik düzlemde de mücadele etmiş bir şahsiyettir (Köymen, 2017, s. 217). Bu suikast, Haşhaşîlerin benimsediği mücadele yöntemini ve siyasal iddialarını açık biçimde ortaya koymaktadır. Söz konusu yapılanma, kendi dinî-ideolojik çerçevesi içerisinde "meşruiyetini yitirdiği kabul edilen" yöneticilerin ortadan kaldırılmasını meşru bir eylem olarak değerlendirmiş; bu anlayış doğrultusunda çok sayıda hedefli saldırı gerçekleştirmiştir (Arayancan, 2022, s. 231). "Zulmün ortadan kaldırılmasını dinî bir yükümlülük" şeklinde yorumlayan bu yaklaşım, Haşhaşî suikast pratiğinin düşünsel ve ideolojik zeminini oluşturmuştur. Bu pratik, hareketin siyasal varlığını görünür kılan başlıca araçlardan biri hâline gelmiştir (Lewis, 2005, s. 198).

Netice itibariyle bu suikast eylemleri, Haşhaşîliğin yalnızca mezhepsel bir oluşum olmadığını, aynı zamanda kendi siyasal düzenini tesis etmeyi hedefleyen ideolojik bir yapılanma niteliği taşıdığını göstermektedir. Söz konusu saldırılar, rakip güçleri zayıflatmak ve yapılanmanın varlığını görünür kılmak amacıyla planlanmış; sınırlı askerî imkânlar karşısında korku üretme, caydırıcılık sağlama, siyasal mesaj iletme ve iç disiplin ile mutlak itaati pekiştirme gibi işlevler üstlenmiştir (Özaydın, 1997, s. 347-350). Bu çerçevede Haşhaşî

yapılanması, doğrudan askerî üstünlük kurmaksızın muhataplarının zihninde sürekli bir tehdit algısı oluşturmuş ve böylece siyasal etkisini sürdürmüştür. Bu yönüyle Haşhaşî suikast pratiği, ideoloji ile siyasal eylem arasındaki ilişkinin tarihsel bağlamda dikkat çekici örneklerinden biri olarak değerlendirilebilir.

2.2. Haşhaşîliğin Çöküşü ve Tarihsel Hafızadaki Yeri

Hasan Sabbâh, hedeflerinin tamamını gerçekleştirememiş olmakla birlikte, Selçuklu siyasî düzenine karşı yürüttüğü mücadele ve benimsediği yöntemlerle dönemin siyasal istikrarını zorlayan bir hareketin merkezinde yer almıştır (Mercan, 2014, s. 166). Selçuklular Haşhaşîleri bütünüyle ortadan kaldıramamış, Hasan Sabbâh ise karşılaştığı güçlük ve baskılara rağmen davet faaliyetlerinden vazgeçmemiş ve İran merkezli bağımsız bir Nizârî yapılanmayı tesis etmeyi başarmıştır. Bu yapı, Selçuklular ve bölgedeki diğer siyasî güçlerin saldırılarına rağmen Moğol istilâsına kadar varlığını sürdürmüştür (Daftary, 2017, s. 461).

Alamut merkezli Nizârî İsmâilî yapılanma, 654/1256 yılında gerçekleşen Moğol saldırıları sonucunda ortadan kalkıncaya kadar yaklaşık yüz altmış altı yıl boyunca varlığını sürdürmüştür (Daftary, 2017, s. 459). Bu süreçte İran'daki Nizârî İsmâilî toplulukları, Moğol hükümdarı Hülâgû'nun bölgeye yönelik faaliyetleriyle karşı karşıya kalmış; Alamut Kalesi'nin Moğollar tarafından ele geçirilmesiyle birlikte Haşhaşîliğin siyasal ve askerî varlığı fiilen ortadan kalkmıştır (Özaydın, 1997, s. 347-350). Bu gelişme, yalnızca merkezî yönetimin dağılmasıyla sınırlı kalmamış; hareketin örgütsel bütünlüğünü de ortadan kaldırmıştır.

Alamut'un düşüşünün ardından hayatta kalan Nizârî unsurlar, farklı coğrafyalara dağılmış ve daha çok yerel, gizli ve dağınık yapılar hâlinde varlıklarını sürdürmüştür. Alamut'un yıkılması, Haşhaşîliğin hem eylemsel hem de ideolojik düzlemde belirgin bir gerileme sürecine girmesine yol açmıştır (Cüveynî, 2025, s. 522). Bu tarihten sonra Nizârî İsmâilîliğin tarihsel seyri, yaklaşık iki asır boyunca sınırlı kaynaklar üzerinden takip edilebilen kapalı bir döneme girmiştir. Bu süreçte Nizârî mensuplarının, yoğun takiyye uygulamalarıyla kimliklerini gizledikleri ve çoğu zaman tasavvufî çevreler içerisinde varlıklarını sürdürdükleri anlaşılmaktadır (Tan, 2012, s. 136). Bu durum, Haşhaşîliğin aktif ve müdahaleci bir siyasal hareket niteliğini kaybederek, tarihsel hafızada daha ziyade geçmişteki eylemleri ve bıraktığı etkiler üzerinden hatırlanan bir yapı hâline gelmesine yol açmıştır.

Haşhaşîlerin uzun süreli direnişi, Hasan Sabbâh'ın kurduğu teşkilatın iç disiplinini ve dâîleri üzerindeki güçlü bağlılık ilişkisini ortaya koymaktadır. Daha önce yalnızca sınırlı örnekleri bulunan bu inanç temelli örgütlenme modeli, Haşhaşîlerin siyasal istikrarsızlıkların belirgin olduğu bir dönemde belirli bir etki alanı oluşturmalarına imkân tanımış; ancak söz

konusu yapı, hedeflenen siyasî amaçların bütünüyle gerçekleşmesini sağlayamamıştır. Buna rağmen Haşhaşîlik, İslâm tarihine kalıcı ve tartışmalı bir miras bırakmıştır.

Haşhaşîlik, yalnızca kendi tarihsel bağlamıyla sınırlı kalmamış, sonraki yüzyıllarda hem İslâm dünyasında hem de Batı literatüründe geniş yankı uyandıran bir olgu hâline gelmiştir. Özellikle Batı kaynaklarında şekillenen "Assassin" imgesi, hareketin tarihsel gerçekliğini aşarak, gizemli ve radikal bir tarikat algısının oluşmasına zemin hazırlamıştır (Özaydın, 1997, s. 347-350; Öz, 1997, s. 418-419). Bu süreçte Haşhaşîlik, tarihsel bağlamından kısmen koparılarak gerçek ile efsane arasında, mitolojik bir anlatı düzlemine taşınmıştır. Güçlü bir lider etrafında şekillenen merkezî yapılanma, disiplinli örgütlenme, fedâî sistemi, hedefli suikastlar ve gizliliğe dayalı faaliyet biçimleri, Haşhaşîliğin örgütsel karakterini belirleyen temel unsurlar olmuştur. Bu özellikler, doğrudan bir süreklilik ilişkisi kurulmasa da modern dönemde ortaya çıkan bazı ideoloji temelli şiddet hareketleriyle karşılaştırmalı değerlendirmelere elverişli bir zemin sunmaktadır. Bu bakımdan Haşhaşîlik, gizli örgütlenme ve ideoloji temelli siyasal eylem pratiklerinin erken örneklerinden biri olarak tarihsel literatürde önemli bir inceleme alanı teşkil etmektedir.

Alamut Kalesi'nin Moğollar tarafından yıkılmasıyla birlikte Haşhaşîliğin kurumsal ve siyasal yapılanması büyük ölçüde çözülmüş (Özaydın, 1997, s. 347-350); buna karşılık hareketin fikrî ve mezhebî mirası bütünüyle ortadan kalkmamıştır. Nizârî İsmâilîlik, tarihsel süreklilik içerisinde varlığını muhafaza ederek özellikle Hindistan ve Orta Asya coğrafyalarında yaşamaya devam etmiştir. On dokuzuncu yüzyıldan itibaren ise bu gelenek, modern İsmâilî cemaatler biçiminde yeniden teşkilatlanmıştır (Öz, 1993, s. 625). Günümüzde söz konusu topluluklar, Ağa Han önderliğinde farklı ülkelerde kurumsal yapılar çerçevesinde faaliyet göstermekte olup, tarihsel bağlamda Haşhaşîlikle ilişkilendirilen eylemsel ve şiddet merkezli pratiklerden uzaklaşmış bir görünüm sergilemektedir. Bu çerçevede çağdaş Nizârî İsmâilîlik, esas itibarıyla sivil ve kurumsal faaliyetler üzerinden tanımlanan bir yapı olarak varlığını sürdürmektedir.

İsmailîliğin İslâm tarihi içerisindeki konumu, mezhebî bir ayrışmanın ötesinde siyasal ve ideolojik boyutları içeren çok katmanlı bir yapı olarak ele alınmalıdır. Ortaya çıktığı dönemde benimsediği yöntemler, mevcut dinî ve siyasal düzenle uzlaşmayan bir muhalefet hattı üretmiş (Lewis, 2005, s. 215); bu durum, hareketin etkisini belirli bir tarihsel evreyle sınırlı kalmayan daha geniş bir süreklilik zeminine taşımıştır. Mehdilik düşüncesi etrafında şekillenen bu yapı, kimi dönemlerde pasif bir varoluş biçimi sergilerken, kimi zamanlarda ise şiddet temelli pratikler aracılığıyla yeniden görünürlük kazanmıştır (Lewis, 2005, s. 215). Hasan Sabbâh'ın

liderliğinde geliştirilen örgütlenme modeli, kapalı hiyerarşi ve mutlak itaate dayalı yapısıyla, dönemin siyasal ve toplumsal dengeleri üzerinde derin etkiler bırakmıştır. Haşhaşîlik, mevcut düzeni köklü biçimde dönüştürme hedefini gerçekleştirememiş olmakla birlikte, etkileri kendi tarihsel bağlamını aşarak sonraki dönemlerin siyasal ve ideolojik tartışmalarını besleyen tartışmalı bir miras bırakmıştır.

Haşhaşîler, klasik dönemde Sünnî ulemâ tarafından yoğun biçimde eleştirilmiş; bid'at ve sapkınlık suçlamaları çerçevesinde mezhebî literatürde olumsuz bir örnek olarak konumlandırılmıştır. Bu tarihsel yaklaşım, günümüzde radikal hareket tartışmalarında Haşhaşîliğin sıkça başvurulan bir inceleme vakası hâline gelmesine zemin hazırlamıştır. Bu çerçevede Haşhaşîlik, modern dönemde ortaya çıkan bazı ideoloji temelli şiddet yapılanmalarıyla karşılaştırmalı biçimde ele alınmaya elverişli bir tarihsel veri niteliği taşımaktadır.

SONUÇ

Bu çalışma, XI. yüzyılda İsmâilîlik bünyesinde gelişen Nizârî hareketin Alamut merkezli bir örgütlenmeye dönüşme sürecini, doktrin-teşkilat-eylem ilişkisi çerçevesinde incelemiştir. İnceleme, Haşhaşîliği yalnızca suikast pratikleri üzerinden tanımlayan indirgemeci yaklaşımların ötesine geçerek, imamet merkezli meşruiyet tasavvuru, gizlilik esaslı davet yapılanması, çok katmanlı hiyerarşi ve itaate dayalı disiplinin siyasal mücadeleye nasıl eklemlendiğini ortaya koymayı amaçlamıştır. Klasik mezhepler tarihi ve siyaset literatüründe yer alan metinlerle modern araştırmaların birlikte değerlendirilmesi, hareketin hem düşünsel zeminini hem de örgütsel işleyiş mantığını daha bütüncül biçimde görünür kılmıştır.

Elde edilen bulgular, Haşhaşîliğin eylem repertuvarını belirleyen temel unsurun yalnızca konjonktürel siyasî rekabet değil, imamet fikri etrafında kurulan meşruiyet dili ve bunu taşıyan kurumsal yapı olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda suikast, rastlantısal bir şiddet türü olmaktan ziyade, seçilmiş hedeflere yönelen, caydırıcılık üretmeyi amaçlayan ve hareketin sınırlı askerî kapasitesini telafi eden stratejik bir araç olarak işlev görmüştür. Fedâîlik sistemi, davet hiyerarşisi ve gizlilik mekanizması ise bu stratejinin sürekliliğini sağlayan kurumsal dayanaklar olarak öne çıkmıştır.

Çalışma, Alamut'un ideolojik bağlılığın üretildiği ve kadro yetiştirmenin kurumsallaştığı merkezî bir yapı olarak konumlandığını ortaya koymaktadır. Bu mekânsal merkezileşme, Haşhaşî yapılanmasının örgütsel disiplinini pekiştirmiş; aynı zamanda dış aktörlerin algısında belirgin bir psikolojik etki oluşturarak hareketin siyasal görünürlüğünü artırmıştır. Moğollar tarafından Alamut'un ele geçirilmesi, merkezî örgütlenmenin çözülmesine

yol açmakla birlikte, Nizârî geleneğin tarihsel süreklilik içerisinde farklı coğrafyalarda ve farklı toplumsal bağlamlarda varlığını sürdürmesine engel olamamıştır. Nitekim modern dönemde Nizârî anlayış, Haşhaşîlikle ilişkilendirilen şiddet pratiklerinden uzaklaşmış olmakla birlikte, bu dönüşüm Nizârîliğin tarihsel ve mezhebî sürekliliğini ortadan kaldırmamış; aksine geleneğin değişen koşullara uyum sağlayarak varlığını sürdürdüğünü göstermiştir.

Bu çalışma, ağırlıklı olarak klasik mezhepler tarihi literatürü ile konuya dair modern akademik çalışmalarda yer alan yazılı kaynaklara dayandığından, yerel anlatılar kapsam dışında bırakılmıştır. İleride yapılacak araştırmalarda, Nizârî İsmâilîliğin farklı coğrafyalardaki yerel tezahürlerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi, Haşhaşîliğin tarihsel sürekliliği ve dönüşüm süreçlerinin daha ayrıntılı bir şekilde ortaya konulmasına katkı sağlayabilir. Ayrıca hareketin modern dönemdeki algılanışının Batı literatürü ve popüler kültür bağlamında ele alınması, bu tarihsel mirasın nasıl yeniden üretildiğinin anlaşılmasına önemli ölçüde katkı sunacaktır.

Bu çerçevede Haşhaşîlik, doktrin ile örgütlenme arasındaki ilişkinin siyasal eylem pratikleriyle nasıl birleştiğini göstermesi bakımından, İslâm mezhepleri tarihi literatüründe üzerinde yeniden düşünülmeyi gerektiren bir tarihsel örnek olarak değerlendirilebilir.

Kaynakça

Akıtürk, Z. (2019). "İmam Mâturidî'nin Bâtınîlik Eleştirisi". *İmâm Maturîdî ve Te'vîlâtü'l-kur'ân.* ed. Hatice K. Arpaguş vd. 781-798. İstanbul, Marmara Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Yayınları.

Akpınar, B. (2025). "Bâtınî Gelenek ve Bahâilikte Bâtınî Yorumlar". *Social Sciences Studies Journal* 11/8, 1409-1417.

Anıl, Y. Ş. (2014). *Hasan Sabbah ve Alamut Terörü*. Ankara: Panama Yayıncılık.

Arayancan, A. A. (2011). *Dağın Efendisi Hasan Sabbah ve Alamut.* İstanbul: Yeditepe Yayınevi.

Arayancan Atıcı, Ayşe. "Nizarî İsmailîlerinde Takiyye, Meşruiyet ve Tasavvuf İlişkisi Üzerine Değerlendirme". *Türk Kültürü ve Hacı Bektaş Veli Araştırma Dergisi* 102 (2022), 79-94.

Avcu, A. (2018). *Horasan ve Maveraünnehir'de İsmailîlik*. İstanbul: Marmara Akademi Yayınları.

Avcu, A. (2015). *"*Terörün İtikadileşmesine Bir Örnek: Haşişîler ve Hasan Sabbah*". e-makâlat Mezhep Araştırmaları Dergisi* 8/1, 193-201.

Ay, Z. (2012). *Alamut Sonrası Nizârî İsmailîliği*. İstanbul: Önsöz Yayıncılık.

Bayer, A.- Akoğlu, M. (2025). "İsmailîyye Şia'sının İmamet Anlayışı". *Ordu İlahiyat Dergisi,* 5, 17-36.

Bulut, H. İ. (2016). *Dünden Bugüne Siyasi-İtikâdi İslam Mezhepleri Tarihi*. Ankara: Ankara Okulu Yayınları.

Cüveynî, A. A. M. (2022). *Tarih-i Cihan Güşa*. Ankara: Türk Tarih Kurumu Yayınları, 2022.

Daftary, F. (2017). *İsmailîler, Tarihleri ve Öğretileri*. İstanbul: Alfa Basım Yayın, 2017.

Ebû Mansûr Abdülkāhir b. Tâhir b. Muhammed el-Bağdâdî. (1990). *el-Fark beyne'l-Fırak*. nşr. M. Muhyiddîn Abdülhamîd. Beyrut: Mektebetü'l-Asriyye.

Ebu Hâtim Ahmed er-Râzî. (1988). *Kitâbu'z-Zîne*. thk. Abdullah Sellum. Bağdat.

Gazzâli. (1965). *Fedâîhu'l Bâtıniyye.* nşr. Abdurrahmân Bedevî. Kâhire.

Gazzâlî. (2023). *Bâtınîğin İç Yüzü*. Çev. Avni İlhan. Ankara: TDV Yayınları.

Işık, A. (2025). "Kādî Abdülcebbâr ve Abdülkāhir el-Bağdâdî'nin İsmâiliyye/Bâtıniyye Fırkasına Yönelik Eleştirileri". *Ortaçağ Araştırmaları Dergisi* 8/2, 1049-1073.

İbn Haldun. (2018). *Mukaddime*. Haz. Süleyman Uludağ. İstanbul: Dergâh Yayınları.

İlhan, A. (1992). "Bâtınîyye". *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi.* 5/190-194. İstanbul: TDV Yayınları.

Karaağaç, H. (2019). "Kelamcıların Batıniyye ile Mücadelelerinde Başvurdukları Temel Argüman: Dilde Toplumsal Uzlaşım (el-Muvada'a)". *I. Uluslararası Din ve İnsan Sempozyumu 'Din Dil ve İletişim' Tebliğler Kitabı*. ed. Yunus Araz vd. 452-459. Eskişehir: Eskişehir Osmangazi Üniv. Yayınları.

Kaya, P. (2008). *Büyük Selçuklular Döneminde Bâtınîler ile Yapılan Mücadeleler.* İstanbul: İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Köymen, M. A. (2017). *Selçuklu Devri Türk Tarihi.* Ankara: Türk Tarih Kurumu Yayınları.

Lewis, B. (2005). *Haşhaşîler İslâm'da Radikal Bir Tarikat*. İstanbul: Kapı Yayınları.

Lockhart, L. (2006). "Hasan-ı Sabbah ve Haşişîler". çev. Süleyman Tülücü. *Atatürk Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi* 26, 213-240.

Mercan, İ. H. (2014). "Bâtınîlik, Bâtınîler ve Selçuklu İlişkileri". ed. Altan Çetin. *Tarihin ve Tarihçinin İzinden Kazım Yaşar Kopraman Armağanı.* 143-169. Ankara: Türk Kültürünü Araştırma Enstitüsü Yayınları.

Nizâmülmülk. (2017). *Siyasetnâme*. İstanbul: Türkiye İş Bankası Kültür Yayınları.

Ocak, A. (2004). "Bir Terör Örgütü Olarak Bâtınîlik ve Selçuklu Ülkesindeki Faaliyetleri". *Dini Araştırmalar* 7/20, 163-178.

Öz, M.- eş-Şek'a, M. (2001). "İsmailîyye". *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi.* 23/128-133. İstanbul: TDV Yayınları.

Öz, M. (1993). "İsmailîyye Mezhebi". *Milletlerarası Tarihte ve Günümüzde Şiîlik Sempozyumu*. 610-624. İstanbul: İsav İlmi Neşriyat.

Öz, M. (1997). "Hasişîyye". *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi.* 16/418-419. İstanbul: TDV Yayınları.

Özaydın, A. (2006). "Mustansır-Billâh el- Fâtımî". *TDV İslâm Ansiklopedisi*. 32/119-121. İstanbul: TDV Yayınları.

Özaydın, A. (1997). "Hasan Sabbah". *Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi.* 16/347-350. İstanbul: TDV Yayınları.

Özyiğit, E. (2012). *Geleneksel İslâm Karşısında Radikal İslâm: Beden Politikaları ve Şiddet.* Ankara: Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi.

Sungur, T. (2021). *Oryantalist Yazarların Hasan Sabbah Tarikatı Hakkındaki İddiaları*. Karaman: Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

Şehristânî. (2024). *Milel ve Nihal*. Çev. Mustafa Öz. İstanbul: Litera Yayıncılık.

Tan, M. (2005). *İsmailîyye'nin Teşekkül Süreci.* Ankara: Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Doktora Tezi.

Tan, M. (2012). "Tarihsel Süreçte İsmailîlik ve Yaşadığı Farklılaşmalar". *Fırat Üniversitesi İlahiyat Fakültesi Dergisi* 17/2, 111-145.

Tan, M. (2015). "İsmailî Davet: Sosyo- Politik Gelişim Süreci". *Dini Araştırmalar* 18/47, 79-95.

Yurtalan, B.-Demir, H. (2023). "Tesbitu Delâ'ili'n- nubuvve Adlı Eseri Bağlamında Kâdî Abdulcebbâr'ın Fâtımîler'e Bakışı". *e- Makâlât Mezhep Araştırmaları Dergisi*16/1, 4-34.

MÜFESSİRLER VE USUL ÂLİMLERİ ARASINDA İSTİNBAT KAVRAMI: SEMANTİK VE TERMİNOLOJİK BİR İNCELEME

Ahmet AKIL
Dr., Van Yüzüncü Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Temel İslam Bilimleri Anabilim Dalından mezundur. Bir kuruma bağlı değildir.
ORCID: 0000-0001-8537-2193

ÖZET

Genel olarak herhangi bir dilin özelliklerinden biri, gelişme ve büyüme kabiliyetidir. Çünkü yıllar geçtikçe kelimelerin delaletleri (kazandığı anlamlar), önceki anlamlarından farklı yeni anlamlar oluşturmaktadır. Bazı bilim insanları herhangi bir kelimenin belirli bir anlama delalet ettiği konusunda ittifak edebilir; böylece bu kelime, üzerinde ittifak ettikleri o özel anlama delalet eden bir terim haline gelir. Başka bir kelimenin delaleti konusunda ise görüşleri farklılık gösterebilir; bu durumda kelime, bazen daralıp bazen genişleyen esnek bir kavram oluşturur. Bu durum, araştırmamızda terim ve delalet açısından incelediğimiz "istinbat" kelimesinde de söz konusudur. İstinbat kelimesi, Kur'an-ı Kerim'de genel lügat anlamıyla "gizli olanı çıkarmak ve keşfetmek" şeklinde bir kere geçmektedir. Daha sonra usul âlimleri, bu kelimeyi şer'i nasslardan ictihad anlamlarını ve hükümlerini çıkarmak için kullanmaya başlamışlardır. Ardından müfessirler ve mütekellimler gelmiş, istinbat kelimesini kendi ıstılahlarında kullanmışlar; lügat köküne ittifak etseler de sınırlarını belirleme konusunda ihtilaf etmişlerdir. Sonra bu kavram modern çağda önem kazanmış ve "istinbat" kavramının delaletini yeterince ayırt etmeden, müfessirlerin istinbatı uygulamaları üzerine çalışmalar yazılmıştır. Bu sebeple, bu çalışma önceki çalışmalardaki boşluğu doldurmak üzere ortaya konulmuştur. İstinbat ile delalet bakımından ona yakın terimler arasında -tefsir, te'vil, işârî tefsir ve ahkâm âyetlerinin tefsiri gibi- ayırım yapmak ve usûlî istinbat ile Kur'ânî istinbat arasında farkı ortaya koymak için hazırlanmıştır. Bu çalışma birçok sonuca ulaşmıştır, bunlardan bazıları şunlardır: Kur'ânî istinbat, tefsirin özü ve cevheridir. Tefsirden sonraki bir aşamadır. Önemi, Kur'an-ı Kerim'in ince hükümlerini ve latif hikmetlerini çıkarmada yatmaktadır. Tefsir ilmindeki yeri, fıkıh usulü ilminde kıyasın yeri gibidir. Tefsir, te'vil ve tedebbür terimlerinden farklıdır. İlim talebesine yakışan, ona yeterli özen göstermek, onu doğru ve asîl yöntemi üzere icra etmek ve müfessirlerin kendi tefsirlerinde onun uygulamasını incelemektir.

Anahtar Kelimeler: İstinbat, Tefsir, Fıkıh Usulü, Semantik, Terminoloji.

THE CONCEPT OF ISTINBĀṬ AMONG QUR'ANIC COMMENTATORS AND JURISTS: A SEMANTIC AND TERMINOLOGICAL ANALYSIS

ABSTRACT

One of the characteristics of any language in general is its capacity for development and growth, as new semantic meanings for its words are formed over the years, differing from their previous significations. A group of scholars may agree upon the denotation of a particular word for a specific meaning, whereupon this word becomes a technical term signifying that particular meaning upon which they have agreed. Their opinions may differ regarding the denotation of another word, thus forming a flexible concept that sometimes contracts and sometimes expands, as is the case with the word "istinbāṭ" (deduction), which we have examined in this research from two perspectives: terminological and semantic. The word istinbāṭ occurs once in the Noble Qur'an with its general linguistic meaning: "extracting and discovering what is hidden." Subsequently, legal theorists (uṣūliyyūn) began applying it to the meanings of ijtihād in Islamic law and the extraction of its rulings. Then came the Qur'anic exegetes (mufassirūn) and theologians (mutakallimūn), who employed istinbāṭ in their own terminology, agreeing upon its linguistic origin while differing in defining its boundaries. This concept gained prominence in the modern era, with studies being composed on exegetes' application of istinbāṭ without sufficiently distinguishing the semantic scope of "istinbāṭ."Accordingly, this study has been conducted to fill the gap in previous research. It aims to distinguish between istinbāṭ and semantically related terms such as tafsīr (exegesis), ta'wīl (hermeneutical interpretation), al-tafsīr al-ishārī (allegorical exegesis), and tafsīr āyāt al-aḥkām (exegesis of juridical verses), and to differentiate between uṣūlī istinbāṭ (legal-theoretical deduction) and Qur'ānic istinbāṭ (Qur'anic deduction). This study has reached several conclusions, including: Qur'anic istinbāṭ is the core and essence of tafsīr; it is the stage beyond basic exegesis. Its significance lies in extracting the subtle rulings (daqā'iq aḥkām) and refined wisdoms (raqā'iq ḥikam) of the Noble Qur'an. Its position in the science of tafsīr is analogous to the position of qiyās (analogical reasoning) in the science of uṣūl al-fiqh (legal theory). It differs from the terms tafsīr, ta'wīl, and tadabbur (contemplation). What befits students of knowledge is to give it sufficient attention, to apply it according to its authentic and sound methodology, and to study its application by exegetes in their commentaries.

Keywords: *Istinbāṭ*, *Tafsīr*, *Uṣūl al-Fiqh*, Semantics, Terminology.

مفهوم الاستنباط بين المفسرين والاصوليين: دراسة دلالية واصطلاحية

ملخص

إن من خصائص أي لغة -بشكل عام-قدرتها على التطور والنمو، حيث تتشكل على مرّ السنين دلالاتٌ جديدة مختلفة لكلماتها عن معانيها السابقة. وقد يتفق طائفة من أهل العلم على دلالة كلمة ما على معنى معين، فتصبح هذه الكلمة مصطلحا دالا على ذاك المعنى الخاص الذي اتفقوا عليه. وقد تختلف آراؤهم في دلالة كلمة أخرى فتُكوّن مفهوماً مَرِناً ينحسر تارة ويفيض تارة، كما هو الحال في كلمة "الاستنباط" التي درسناها في بحثنا هذا من جهتي: الاصطلاح والدلالة. فكلمة (يستنبطونه) التي وردت في القرآن الكريم مرة واحدة بمعناها اللغوي العام: فهي مأخوذة من (الاستنباط) "وهو استخراج الخفي واكتشافه". ثم بدأ علماء الأصول بإطلاقها على معاني الاجتهاد في الشريعة واستخراج أحكامها. ثم جاء المفسرون والمتكلمون فاستعملوا الاستنباط في اصطلاحهم متفقين على أصله اللغوي مختلفين في تحديد حدوده. ثم نشط هذا المفهوم في العصر الحديث فألّفت الدراسات حول تطبيق المفسرين للاستنباط دون تمييز دلالة "الاستنباط" بشكل كافٍ. وبناء على ذلك فإن هذه الدراسة أتت لتملأ الفراغ الحاصل في الدراسات السابقة. لتميز بين الاستنباط والمصطلحات القريبة منه دلالياً: كالتفسير، والتأويل، والتفسير الإشاري، ولتميز بين الاستنباط الأصولي والاستنباط القرآني. وصلت هذه الدراسة إلى عدة نتائج منها: أن الاستنباط القرآني هو لب التفسير وجوهره، وهو مرحلة ما بعد التفسير، تكمن أهميته في استخراج دقائق أحكام ورقائق حِكَم القرآن الكريم. وموضعه في علم التفسير كموضع القياس في علم أصول الفقه. وهو يختلف عن مصطلح التفسير والتأويل والتدبر. وإن ما يليق بطلاب العلم العنايةُ الكافية به وإجراؤه وفق منهجه الصحيح الأصيل، ودراسةُ تطبيقه لدى المفسرين في تفاسيرهم.

الكلمات المفتاحية: الاستنباط، التفسير، أصول الفقه، الدلالة، المصطلح.

مقدمة

الحمد لله الذي نوَّرَ بكتابه القلوب، وأنزله بأحسن نظم وأسلوب، ويسّر له الاستنباط والتفسير، وحماه من التبديل والتغيير. والصلاة والسلام على من نزل إليه الروح الأمين ليكون من المرسلين، وعلى آله وأصحابه وأتباعه أجمعين، ومن تبعهم من العلماء المجتهدين، وسلك سبيلهم إلى يوم الدين، أما بعد:

شهدت الدراسات الأكاديمية وحركة التأليف في عصرنا الحالي محاولات جديدة وجهود حثيثة في ميدان القرآن الكريم وعلومه. هذه المحاولات المختلفة تجلّت فيها حاجات العصر إلى استنباط النص القرآني وتدبره وفهمه؛ فجاءت تحت مسميات مختلفة مثل تدبر القرآن واستنباط القرآن وأحكام القرآن وغير ذلك من عناوين قريبة تهدف إلى فوز رهانات وُضعت على عاتق المفسر، أهمها: إيصال رسالة القرآن وفهمها دون شطط مع تلبية مطالب العصر الحديث، وإثبات صلاحية كتاب الله لكل

زمان ومكان. والله عز وجل في تنزيله الحكيم أمر الناس بالتدبر والتفكر وحسن الفهم وسؤال أهل الذكر وإرجاع الأمور إلى الله ورسوله.

وعبّر القرآنُ عن الاستنباط بقوله جل جلاله: ﴿وَإِذَا جَاءَهُمْ أَمْرٌ مِّنَ الْأَمْنِ أَوِ الْخَوْفِ أَذَاعُوا بِهِ وَلَوْ رَدُّوهُ إِلَى الرَّسُولِ وَإِلَى أُولِي الْأَمْرِ مِنْهُمْ لَعَلِمَهُ الَّذِينَ يَسْتَنبِطُونَهُ مِنْهُمْ وَلَوْلَا فَضْلُ اللَّهِ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَتُهُ لَاتَّبَعْتُمُ الشَّيْطَانَ إِلَّا قَلِيلًا﴾ (النساء، 4:83). ولو تمعّنّا في هذه الآية لعرفنا أنه سبحانه جعل الاستنباط عِلماً. فلولا أنه حجّة معتبرة ودليل قويّ لما أمر عباده بردّ ما لم يدركوه بالنصّ إلى مَن يدركه مِن أهل العلم بالاستنباط؛ لأن بعض الأمور لا يمكن معرفتها إلا به (الرازي، 1981، 10/ 205-206). والمفسر المتمكن حريٌّ به أن يثوّرَ القرآن -أي يستخرج حكمه ومعانيه- كما جاء عن السلف الصالح: "ثَوِّرُوا الْقُرْآنَ؛ فَإِنَّ فِيهِ عِلْمَ الْأَوَّلِينَ وَالْآخِرِينَ" أخرجه أحمد بن حنبل في الزهد (1999، 129، رقم 859) والمحاسبي في فهم القرآن (1978، 292، 306) بسند صحيح على شرط الشيخين عن ابن مسعود رضي الله عنه في حديث موقوف عليه.

إن علوم التفسير والبلاغة والفقه والأصول والكلام وسائر علوم الشريعة نشأت في ظل القرآن الكريم خدمة له وتيسيراً لفهمه وحفظه، ومرّت بمراحل عديدة حتى أصبح لكل علم استقلاله ومصطلحاته الخاصة. وإن العلم بالمصطلحات والمفاهيم ومدلولاتها لهو عِلمٌ نفيس لأنه مفتاح من مفاتيح العلوم. فالمفهوم ليس كسائر الألفاظ، بل هو أشبه بكائن حي، له ولادته وتطوره وتاريخه التراكمي وهويته المستقلة، ويعيش ضمن منظومة دلالية عميقة متشابكة مع مفاهيم ثانية. فلا يمكن دراسته وانتزاعه من سياقه دون عرض وتفسير ما يتعلق به. ولَئِن كانت فكرة "الاستنباط" من القرآن الكريم تتردد بين علوم التفسير وعلوم أصول الفقه فإن هناك دراسات تحدّثت عن جانبه الأصولي، وهناك دراسات -سيأتي الحديث عنها- تحدثت عن جانبه الإجرائي التطبيقي لدى المفسرين. وكثيرٌ منها لم تفرّق بين الاستنباط بمعناه اللغوي الأصولي أو الأصولي والتفسيري لِما تمتعت به كلمة استنباط من عموم دلالي انعكس على المفهوم والاصطلاح.

وهو ما أدى إلى هذه الدراسة التي فتّشت عنه ورصدته تاريخياً في كتب المتقدمين وصولاً إلى آخر الدراسات المعاصرة فدراستنا قامت على الجمع بين أهداف متنوعة: **أولاً:** سبر أغوار المراجع التفسيرية والأصولية واللغوية والوقوف عليها واستقراء سياقاتها لفهم معنى "الاستنباط" في اصطلاحهم وتحليلها ومقارنتها. والاطلاع على المؤلفات الحديثة في هذا المجال أيضاً. **ثانياً:** توضيح الفرق بين معنى الاستنباط وغيره من المصطلحات القريبة منه كالتفسير والتأويل والتدبر. **ثالثاً:** التفريق بين المعنى الاصطلاحي الأصولي والاصطلاحي التفسيري للاستنباط. فجاءت الدراسة في مبحثين رئيسين: الأول: دراسة تطور مفهوم الاستنباط لغة واصطلاحاً، والثاني: العلاقات الدلالية لمفهوم الاستنباط من القرآن، راجين من المولى جل جلاله التوفيق والسداد.

الدراسات السابقة: خلال البحث عن الدراسات السابقة القديمة والمعاصرة منها عثرنا على عدة مصادر متنوعة في الحجم والمضمون واللغة. ويمكن ترتيبها وفق لغة كتابتها بهذا الشكل:

أ- أهم الدراسات باللغة العربية:

1- منهج الاستنباط من القرآن الكريم عند سعيد النورسي في رسائل النور (رسالة دكتوراه).

2- الاستنباط عند المفسرين (بحث علمي لا يتجاوز 30 صفحة).

3- الاستنباط عند البيضاوي من خلال تفسيره أنوار التنزيل (رسالة دكتوراه).

4- التدبر حقيقته وعلاقته بمصطلحات التأويل والاستنباط والفهم والتفسير، دراسة بلاغية تحليلية على آيات من الذكر الحكيم (كتاب).

5- معالم الاستنباط في التفسير (بحث علمي في حدود 60 صفحة).

6- منهج الاستنباط من القرآن كتاب مطبوع أصله رسالة دكتوراه للباحث فهد بن مبارك الوهبي.

ب- أهم الدراسات باللغة التركية:

1- تقييم كتاب الإكليل في استنباط التنزيل للسيوطي من جهة أحكام القرآن (رسالة ماجستير).

2- استنباط الحكم في الشريعة الإسلامية: الغزالي وابن رشد نموذجاً (رسالة دكتوراه).

3- تحقيق الأقوال العائدة للحنفية المتعلقة بطرق الاستنباط عند الزركشي في كتابه الأصولي البحر المحيط (رسالة ماجستير).

أما دراستنا فتميزت عن الدراسات السابقة لسعيها بالإجابة عن الأسئلة التالية: كيف نفهم مصطلح "الاستنباط من القرآن" وما الفرق بينه وبين عموم الاستنباط؟ ما الفرق بين الاستنباط وبين التدبر والتفسير والتأويل والتفسير الإشاري وتفسير آيات الأحكام وغير ذلك من المصطلحات؟ وكيف استعمل القدماء هذا المصطلح وكيف فهمه المعاصرون؟ وهل استعمله المفسرون بنفس المعنى الذي استعمله الأصوليون؟

وبالربط مع ما سبق من أسئلة يمكننا أن ندرك أن دراستنا تُصنّف مع الدراسات الدلالية النقدية. أما مصطلحات الدراسة التي ستكرر فيها وقد تحتاج إلى إيضاح فهي: **المفهوم**: الصورة الذهنية أو الفكرة المجردة التي تقابل المعنى سواء وضع بإزائها لفظ أم لم يوضع. **المصطلح**: اتفاق طائفة على إخراج لفظ من معنى لغوي لآخر لبيان المراد. **التعريف**: وصف لغوي لشرح المصطلح وتفسير حقيقته لإزالة الغموض والإبهام عنه (الكفوي، 1998، ص. 129، 860؛ الخوري والكوسى، 2021، ص. 116).

1. دراسة في تطور مفهوم الاستنباط:

1. 1. الاستنباط لغة

تدور مادة نبط في اللغة حول معنى استخراج الشيء واكتشافه وإظهاره والانتهاء إليه، فالاستنباط استفعالٌ من النبط فيه ألف وسين وتاء زوائدُ للدلالة على طلب حصول الشيء. قال عمر بن الخطاب رضي الله عنه: "فكنت أنا استنبطت ذلك الأمر، وأنزل الله عزّ وجلّ آية التخيير" (البخاري، 2001، ج. 5، رقم 1479). جاء في معجم العين: "وقد أنبطنا الماء، أي استنبطناه، أي انتهينا إليه" (الفراهيدي، 2003، 4/ 184). وفي مقاييس اللغة: "النون والباء والطاء كلمة تدل على استخراج شيء" (ابن فارس، 1979، 381/5). وفي لسان العرب: "كلّ ما أظهر فقد أنبط. واستنبطه واستنبط منه علماً وخبراً ومالاً: استخرجه" (ابن منظور، د.ت، 410/7). وفي معاني القرآن وإعرابه فُسر الاستنباط بمعناه اللغوي إذ جاء فيه: يستنبطونه معناه يستخرجونه كما في اللغة، جاء من "النبط"، وهو ما يُستخرج من البئر من ماء أول ما تحفر (الزجاج، 1988، 83/2). والاستنباط متعدّ كما في الأمثلة السابقة، ولو صار لازماً لتغير معناه إلى "صار نبطياً" أي هو من قوم الأنباط أو النبيط، كقول الشاعر:

استنبط العرب في المواسي ... بعدك واستعرب النّبيط (الزمخشري، 1998، 2/ 243)

واستُعمل الاستنباط لاحقاً بمعنى الفهم أيضاً في بعض الكتابات النثرية المتقدمة. فالجاحظ (ت.255هـ) في رسائله الأدبية نراه يستعمله بمعنى الفهم ويذكر أثر الحفظ والاستنباط وعلاقتهما ببعضهما إذ متى أطال الإنسان الحفظ أضرّ ذلك باستنباطه، ومتى أطال الاستنباط أضر بحفظه (الجاحظ، 1964، 29/3). ويقول: "وطبيعة الحفظ تختلف عن طبيعة الاستنباط" (الجاحظ، 1964، 3/ 30).

وسار بعض الأدباء ودرجوا على استعماله بمعنى الفهم. جاء في مقدمة كتاب الموازنة بين شعر الطائيين أبي تمام والبحتري: وهناك من فضّل أبا تمام ونسبه لدقة المعاني وغموضها مما يحتاج إلى استنباط وشرح واستخراج. (الآمدي، 1960، 5/1)

يستفاد مما سبق أنّ الاستنباط:

- هو الاستخراج باتفاق اللغويين، ويستعمل في الأمور المادية والمعنوية. وهو أقرب إلى الباطن من الظاهر، وقد أُطلق لاحقاً عند بعض الأدباء على الفهم وقوة القريحة.

1. 2. الاستنباط اصطلاحاً

1. 2. 1. عند الأصوليين المتقدمين

كان الاستنباط ولا يزال ميداناً خصباً عند الأصوليين، وعملية عقلية عميقة تنقدح في أثناء قراءة نصوص القرآن والسنة، وسنعرض مقتطفاتٍ من كلامهم وأقوالهم عن الاستنباط.

لم يرد عند الإمام الشافعي (ت.204هـ) تعريف محدد للاستنباط، لكنه حسب استقرائنا الأقدم من المراجع الأصولية -حسب بحثنا- نجده أول استعمل للاستنباط معنى شرعياً يُقصد به "الاجتهاد في الشريعة" أو "استخراج الأحكام من النص" في كتابه الأم؛ إذ قال: "والعلم من وجهين: اتباع أو استنباط" (الشافعي، 1990، 1/ 179). ثم جاء بعده الإمام أبو الحسين البصري المعتزلي (ت.436هـ) الذي تحدث عند الكلام عن المفتي والمستفتي عن الصفات التي تجوّز للإنسان الفتوى لنفسه ولغيره قائلاً: اعْلَم أَن هذه الصّفة (أي صفة المفتي) هِيَ أَن يكون من أهل الِاجْتِهَاد. ولا يكون من أهله إلا لو عرف الْأَدِلَّة السمعية، واستطاع الاستدلال بها. والدلالة السمعية قسمان: ظَاهر واستنباط. وَالظَّاهِر له نوعان: منه خطاب، ومنه أفعال، وَهِي أفعال النبي ﷺ. والاستنباط نوعان: استدلال وقِيَاس، والاستدلال بالقياس يحتاج إِلَى الِاسْتِدْلَال بالظواهر (البصري، 1964، 2/ 929).

في هذا النص أشار البصري إلى أن اصطلاح الاستنباط يجري عند الأصوليين في ثلاثة مفاهيم متداخلة: استخراج الحكم من القرآن والسنة، واستخراجه بالقياس بواسطة الظواهر؛ كدلالة الآية على الحكم وخبر الآحاد، والاستنباط من الأدلة المختلف فيها يسمى استدلالاً (البصري، 1964، 2/ 929).

أما ابن حزم (ت.456هـ) فقال إن موقفه من الاستنباط التحريم والمنع واحتج بالآية التي ذُكر فيها الاستنباط على عدم جوازه، وردّ على القائلين بجوازه أن هذه الآية مبطلة له ودليل عليهم لا لهم؛ لأن العرب تعتبر في كلامها أن "لو" حرف يدل على امتناع الشيء لامتناع غيره. حيث قال: "فربما أصحاب القياس سمّوا قياسهم: استنباطاً، وهو مأخوذ من أنبطت الماء...فالاستنباط هو استخراج الحكم من لفظ، هو خلاف لذلك الحكم، وهذا باطل" (ابن حزم، 1980، 6/ 21).

ومن الشافعية الأصوليين نرى أن مصطلح الاستنباط عند الماوردي (ت.450هـ) ما زال واسعاً كمن سبقه؛ لكنه أكثر لصوقاً بالقياس، فيطلق الاستنباط على مرتبة أدنى درجة من الاجتهاد وأعلى من القياس إذ يقول: والاستنباط من فروع الاجتهاد ونتائجه، وهو مقدمة من مقدمتي القياس أي أصله، والقياس لا يكون إلا به. ويقول: "والاستنباط يختص باستخراج المعنى من النصوص" (الماوردي، 1971، 1/ 535). ونلاحظ أن الماوردي جعله عملية عقلية محصورة باستخراج المعاني من النصوص ولم يوضح درجة خفاء المعنى.

ومن الحنابلة الأصوليين نرى الإمام الكلوذاني (ت.510هـ) يوافق من سبقه على استعمال الاستنباط بمعانيهم نفسها قائلاً: والأدلة الشرعية نوعان: ظاهر واستنباط. فأما الظاهر: خطاب صاحب الشرع وأفعاله.. وأما الاستنباط: فهو الاستدلال والقياس (الكلوذاني، 1985، 4/ 390).

وأما ابن القيّم فقد كان أكثر تحديداً له؛ إذ عبّر عن السبر والتقسيم ومسالك العلل بالاستنباط فقال إنه استنباط المعاني والعلل ونسبتها لبعض فيبقى ما يصح منها ويُلغى ما لا يصح (ابن قيم الجوزية، 2002، 2/ 397). مؤكداً على وجوب إعطاء اللفظ والمعنى حقّهما، ثم يوضح الاستنباطَ قائلاً: "استخراج الأمر الذي من شأنه أن يخفى على غير مستنبطه"، ويستشهد بجواب علي بن أبي طالب رضي الله: "لا. والذي فلق الحبَّة وبرأ النَّسمة إلا فهماً يؤتيه الله عبداً في كتابه"، لما سُئل رضي الله عنه: هل خَصَّكم رسول الله بشيء من العلم دون النَّاس؟

ففصّل ابن القيم في ماهية الاستنباط عند هذا الأثر قائلاً: فهو فهم قدر زائد على معرفة موضوع اللفظ أو خصوصه أو عمومه كما في قول علي رضي الله عنه (ابن قيم الجوزية، 2002، 2/ 389).

1. 2. 2. عند الأصوليين المعاصرين

في العقود الأخيرة نشطت حركة تأليف المعاجم الاصطلاحية والموسوعات الشرعية الفقهية الضخمة، فتناولَتْ تعريفَ "الاستنباط" وتوسّع الاهتمام به، وبدأ يتضح مفهومه أكثر. وبما أن الأصوليين الأوائل قد توسعت دلالة الاستنباط لديهم فإن المعاصرين قد تنوعت تعاريفهم أيضاً إلا أنها كانت أكثر تحديداً دون أن تخرج عن دلالته القديمة.

فعُرف الاستنباط في الموسوعة الإسلامية لوقف الديانة التركية هكذا: "استخراج الأحكام من النصوص من خلال الاجتهاد والفهم" (Koca, 2001, 23/368).

وجاء في معجم أصول الفقه: "هو فعل المجتهد في الأدلة الشرعية للاستفادة منها في استخراج حكم شرعي" (رمضان، 1997، 35).

وجاء في الموسوعة الفقهية الكويتية: استخراج العلل أو الأحكام في حال عدم وجود نص لها أو إجماع بنوعٍ من الاجتهاد. فيستخرج الحكم بالقياس، أو الاستحسان، وشبههما، وتستخرج العلة بمسالكها المعلومة كالمناسبة والتقسيم والسبر وغير ذلك (الاستنباط، 1986، 4/ 111). وهذا التعريف أكثر طولاً من التعريف السابق لكنه أشمل لأنواع الاستنباط المذكورة عند الأصوليين.

وجاء في معجم مصطلح الأصول: "استخراج المعاني من النصوص بوجود الملَكة" (هلال، 2003، 27). فقيد "المعاني" واسع فهو يشمل الأحكام والحِكَم؛ فالأحكام الشرعية محصورة في خمس درجات: التحريم والكراهة والتحليل والسنة والفرض.

أما المعاني فتشملها وتشمل الفوائد العقدية والتربوية والسلوكية والإعجازية واللغوية وغير ذلك. وقيد "النصوص" يفيد أن استخراجها من غير النصوص يسمى استدلالاً لا استنباطاً. أي يخرج الاستحسان وغيره اصطلاحاً من هذا التعريف.

وجاء في معجم مصطلحات العلوم الشرعية: "استخراج المعاني من ألفاظ النصوص، ونحوها ويطلق على إحدى طرق معرفة العلّة، ويقابله معرفة العلّة بالنص أو بالإجماع" (معجم مصطلحات العلوم الشرعية، 2017، 1/ 158). وهذا التعريف الأخير فيه إضافة على تعريف الموسوعة الكويتية وأكثر اختصاراً منه أيضاً.

يستفاد مما سبق:

1- يتسع مفهوم الاستنباط فيطلق لدى الأصوليين وأوّلهم الشافعي على الاجتهاد مطلقاً، وهو من باب الإطلاق لا الاصطلاح.

2- قد يضيق مفهوم الاستنباط جداً، فيفيد معنى استخراج علل الأحكام بالقياس كما رأيناه عند البصري ومن تابعه وابن القيم والموسوعات الفقهية والمعاجم المعاصرة.

3- لم تحصر التعريفات السابقة الاستنباط بالقرآن لأن المجتهد قد يستخرج الحكم من السنة أو الإجماع، وحصرتْه بعضُ التعريفات "بالنصوص" لإدخال السنة والإجماع معها.

4- قد يكون المستنبَط حكماً شرعياً كما ظهر في تعريفات المتأخرين، وقد يكون أوسع من ذلك عند حذف قيد "حكم شرعي" كما رأينا في بعض التعريفات السابقة.

5- اشتركت جميع التعريفات السابقة في معنى استخراج الخفي.

1. 2. 3. عند المفسرين

لم تبتعد دلالة الاستنباط في اصطلاح المفسرين عن أصل المادة اللغوية وعمومها، إذ بُنيت تعاريفهم على معنى الاستخراج عموماً، وتأثّرَ بعضهم بالتعريف الأصولي ولم يتأثر بعضهم الآخر. وعرّفوه بالشكل الآتي:

يقول الطبري (ت.311هـ): كلّ مُستخرِجٍ ما كان مستتراً عن الأبصار أو عن معارف القلوب، فهو له مُستنبِط (الطبري، 2001، 7/ 255). وقد ذكر الجصّاص (1992، 3/ 183) والزمخشري (1998، 1/ 541) كلاماً قريباً من كلام الطبري.

ويقول القرطبي (ت.671هـ) معرفاً له: "ما دل على الاجتهاد إذا عُدم النص والإجماع" (القرطبي، 2006، 6/ 479). مما يعني أنه قد تأثّر بمفهوم الاستنباط لدى الأصوليين. أما باقي المفسرين فقد ذكروا كلاماً لا يخرج عما ذكرناه من كلام الأصوليين والمفسرين فلا داعي لإعادته. وفي النصف الأول من القرن التاسع عشر الميلادي بدأ تعبير الاستنباط من القرآن يأخذ منحى التدبر والاستطراد واستخراج المعاني منه بشكل أوضح مما سبق، وبدأ يطّرد في انفصاله عن مفهومه الأصولي الفقهي رويداً؛ فالشيخ رشيد رضا (ت. 1935م) رغم أنه يستعمل الاستنباط بمعنى الاجتهاد في مواضع كثيرة في تفسيره لكنه

في آخر تفسير سورة الفاتحة نجده يقول: التوسع في الاستنباط من معاني الفاتحة: ما أوردناه في تفسير الفاتحة من اختصار لما قرأناه في الكتب، وفهمناه من دروس شيخنا، وزدناه عليه، فالغرض منه التفقه بمعاني القرآن والاهتداء به، فاقتصرنا على ما لا يشغل القارئ عن المقصد، وقد أطال الفخر الرازي في تفسيره وابن القيم في أول مدارج السالكين باستطرادات تشغل مريد الاهتداء بالقرآن عديدة، قريبة أو بعيدة، ومسائل مستنبطة من لوازم للمعاني. وأطال الأخيرُ النفَس باستنباط المسائل في كتابه من طريق الدلالات الثلاثة: المطابقة، والتضمن، والالتزام، واستعمل في الثالثة اللزومَ البيّن بمعنييه الأعم والأخص غير البيّن أيضاً (رضا، 2013، 1/ 101، بتصرف).

وابن عاشور (ت.1973م) يشرح حقيقة الاستنباط بطلب النبط وهو أول ماء يخرج من البئر، ويوضح أن جملة الاستنباط في العلم مجازية؛ إذ فيها استعارة مكنية حيث شبهنا العلم بالبئر، وشبهنا ما يستنبط بالماء ثم حذفنا المشبه به فصارت استعارة تمثيلية مكنية، ثم شاعت هذه الاستعارة حتى صارت حقيقة عرفية، فصار الاستنباط بمعنى التفسير والتبيين (ابن عاشور، 1984، 5/ 141). وهذا الكلام نص مهم في تطور دلالة الاستنباط من المعنى اللغوي إلى المعنى الشرعي.

ومن البحوث المعاصرة أيضا تطلّ علينا بعض التعاريف الجديدة للاستنباط، يمكننا أن نذكر منها تعريفي محمد بازمول إذ نسبهما إلى المفسرين قائلاً: الأول: بالاستنباط الأصولي فيما يتعلق بالعلوم المستنبطة من القرآن الكريم، الثاني: استخراج دلالة آية على معنى في غير المنطوق بل من لازمه (بازمول، 2012، 10).

وهناك الدكتور مساعد الطيار الذي عرّف الاستنباط من القرآن بطريقة تختلف عما سبقه من العلماء فجعله من العلوم التي لا حدّ لها. فقد يفتح جل جلاله على بعض المفسرين في العصور المتأخرة ما لم يفتحه على من قبلهم من المعاني والحكم؛ فذلك فضل الله يؤتيه من يشاء (الطيار، 2006، 159). ثم عبر عنه بالربط إذ قال: "الاستنباطُ ربط كلامٍ له معنى بمدلول الآيةِ، بأي نوع من أنواع الربطِ، كأن يكون بدلالة إشارةٍ أو دلالة مفهومٍ، أو غيرها" (الطيار، 2006، 160-161).

ومن المعاصرين أيضاً الدكتور الزهراني الذي صرّح بأن الاستنباط في استعمال المفسرين هو: "استخراج ما وراء ظواهر معاني الألفاظ من الآيات القرآنية" (الزهراني، 2007، 21).

يستفاد مما سبق:

1-تأثّر المفسرون بالمعنى الأصولي للاستنباط.

2-بيّن ابن عاشور أن الاستنباط صار بمعنى التفسير والتبيين فصار كالحقيقة العرفية.

3- يُفهم من تعريف الدكتور مساعد الطيار أن الاستنباط فتح رباني فكأنه من لوازم الاجتهاد أو مرادفاته، ويفهم من تعريفات المعاصرين تأكيدهم أنّ المعنى المستنبط إنما يكون من الآيات والنصوص، لكن يُفهم من كلام القرطبي أن الاستنباط يكون في حال غياب النص لا من النص.

4- يفهم من تعريف الزهراني أن الاستنباط يشابه التفسير الإشاريّ من جهة ما، وسيأتي الكلام عن التفسير الإشاري.

5- بما أن المفسرين اهتموا بشرح القرآن وتفسيره فقد أضافوه إلى القرآن غالباً مثل قولهم "الاستنباط القرآني" أو "من القرآن" أو "في القرآن" لأن بعض حروف الجر قد تنوب عن بعضها.

1. 2. 4. عند الفلاسفة والمناطقة

جاء في المعجم الفلسفي ما يأتي: (الاستنباط Deduction): هو انتقال الذهن من قضية أو عدة قضايا هي المقدمات إلى قضية أخرى هي النتيجة وفق قواعد المنطق" (مجمع اللغة العربية، 1983، 12). جاء في موسوعة مصطلحات علم الكلام الإسلامي: "ضمّ معلوم إلى معلوم لتنتج البديهة ما هو معلوم" (دغيم، د.ت، 1/ 114). وعرّف السوفي الاستنباط قائلاً: "كلُّ استدلال نتيجتُه مساوية أو أصغر للمقدمات التي كونت ذلك الاستدلال" (السوفي، د.ت).

يستفاد مما سبق:

1- يجري مفهوم الاستنباط في الكتابات الفلسفية والكلامية جرياناً خاصاً فهو يستعمل لتأدية معنى الاستنتاج البديهي والاستدلال المركب من عدة قضايا.

2- استعمال المناطقة لكلمة استنباط لا يدل على: الاستخراج بصعوبة أو استخراج ما خفيَ كما هو الحال عند الأصوليين والمفسرين.

1. 2. 5. التعريف المختار لمفهومي الاستنباط الأصولي والاستنباط القرآني

وبعد هذه الجولة في بطون الكتب وتحليل ما فيها يمكننا وضع تعريفين لمفهوم الاستنباط عموماً ومفهومه في القرآن الكريم خصوصاً، فنقول:

الاستنباط الأصولي: هو استخراج ما خفي من حكم باستعمال القياس والاستدلال **في غير المنصوص**، ومعنى مستتر بإعمال قواعد دلالات الألفاظ **في المنصوص**. ويطلق على الاجتهاد. وهذا التعريف يشمل نوعي الاستنباط حين وجود النصّ وحين عدمه.

أما **الاستنباط القرآني** فنختار تعريف الزهراني: استخراج ما وراء ظواهر الألفاظ من الآيات القرآنية. (الزهراني، 2007، 21)

2. العلاقات الدلالية لمفهوم الاستنباط من القرآن

في هذا المبحث سنحاول بعجالة أن نعرض العلاقة والفرق بين الاستنباط القرآني وبين المصطلحات القريبة منه كالاستنباط الأصولي والتفسير والتأويل والتدبر وتفسير آيات الأحكام والتفسير الإشاري. وبما أن هذه المصطلحات قد بُحث في تعريفها اللغوي والاصطلاحي كثيراً فإنّا نرى أنه لا داعي لإعادته هنا وسنذكر مباشرة ما نرجّحه من التعريف الاصطلاحي الأنسب لها ثم نحلل الفرق ونذكر نوع العلاقة معه مباشرة.

2. 1. الاستنباط الأصولي والاستنباط القرآني

إن الجامع بين الاستنباطين هو الاستخراج؛ لكن هناك عدة نقاط يختلف فيها مفهوم الاستنباط بمعناه الأصولي الخاص عن مفهومه العام عند المفسرين. وهذا ما يوضحه المخطط رقم1.

المخطط: 1 الفرق بين الاستنباط الأصولي والاستنباط القرآني

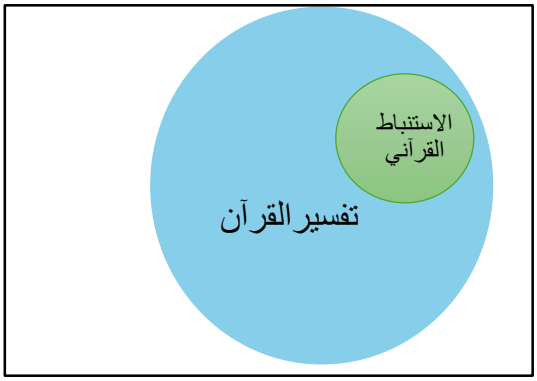
زاوية الاختلاف	الاستنباط الأصولي	الاستنباط التفسيري
1- من حيث المصدر	يُستخرج من الدليل وقد يكون الدليل إجماعاً أو نصاً أو قياساً	يُستخرج من القرآن فقط
2- من حيث المستنبَط	استخراج الحكم الشرعي أو القاعدة الفقهية من الدليل، أي ما كان له علاقة بالفقه والأصول	استخراج معنى ليس من ظاهر اللفظ بل من لازمه أو باطنه. أي ما كان له علاقة بعلوم كثيرة كالأخلاق وعلم الإعجاز القرآني بأنواعه واللطائف
3- من حيث الوسيلة	وسيلته: القياس ودلالة المنطوق والمفهوم	وسيلته: دلالات الألفاظ كلها والتفسير بالإشارة
4- من حيث الاتساع	أوسع من حيث المصادر (القرآن - السنة..)	أوسع من حيث المواضيع (الأحكام - العبر- الإعجاز-الأخلاق)

2. 2. الاستنباط والتفسير

للتفسير تعاريف كثيرة نختار منها تعريف الزرقاني: هو العلمُ الباحث عن أحوالِ القرآنِ الكريمِ، من حيث دلالته على مرادِ اللهِ تعالى، بقدرِ الطاقةِ البشريةِ" (الزرقاني، 2021، 2/ 381). وبالمقارنة مع تعريفنا المختار للاستنباط القرآني نرى أن العلاقة بين "تفسير القرآن" و"الاستنباط من القرآن" هي علاقة العموم والخصوص المطلق؛ لأن التفسير أعمّ والاستنباط أخصّ، فكلّ استنباط يُعدّ تفسيراً ولا يُعدّ كلّ تفسير استنباطاً. (ينظر إلى المخطط: 2). لكن لو رجعنا إلى تعريفنا للاستنباط الأصولي لتذكرنا احتواءه على قسمين: استنباط في المنصوص وفي غير المنصوص؛ إذن **فالعلاقة بين "الاستنباط الأصولي" و"تفسير القرآن" علاقة العموم والخصوص الوجهي** حيث يتفقان معاً من جهة تبيين القرآن، ويختلف الاستنباط الأصولي عن التفسير من حيث المعنى المبين في كل منهما (ينظر إلى المخطط: 3)

المخطط: 2

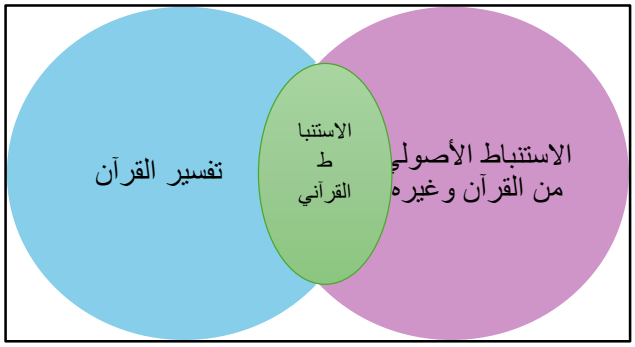
العلاقة بين الاستنباط القرآني وتفسير القرآن



علاقة العموم والخصوص المطلق

المخطط: 3

العلاقة بين الاستنباط الأصولي وتفسير القرآن

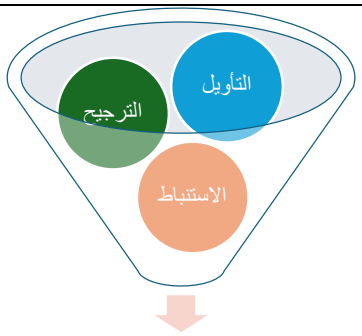


علاقة العموم والخصوص الوجهي - اللون الأخضر يمثل الاستنباط من القرآن

2. 3. الاستنباط والتأويل

تعددت الأقوال في معنى التأويل اصطلاحاً، فمنهم من يراه هو والتفسير مترادفين -وكان الطبري عند ما يفسر الآية يقول: الكلام أو القول في تأويل الآية، وسمى تفسيره جامع البيان عن تأويل آي القرآن- وقيل إن التفسير أعم من التأويل (السيوطي، 2006، 4/ 192). ومنهم من قال إنه صرف الآية لما تحتمل من معان (السيوطي، 2006، 4/ 192). ونتيجة لذلك فإنه من العسير تحديد العلاقة بين الاستنباط والتأويل لأن مفهوم التأويل مشكل في تعريفه، مختلف في حده.

المخطط: 4 العلاقة بين الاستنباط والتأويل- أدوات فهم معاني القرآن الكريم



غير أن الزركشي رأى أن التفسير يرجع إلى الاتباع، أما التأويل ففيه ترجيح أحد المعاني المحتملة بالاستنباط، فلو ظهر معنيان مستويان للآية كلفظة المس فنقوم باتباع قواعد الترجيح، وعليه فإن التأويل -كما نقل الزركشي عن البغوي وغيره- صرف الآية لمعنى غير مخالف للكتاب والسنة يوافق ما قبلها وما بعدها من طريق الاستنباط (الزركشي، 1957، 2/ 150). واستنادا لما سبق فإنه يمكننا أن نقول إن الاستنباط هو أحد أشكال التأويل أو أدواته لاستخراج المعاني وفهمها وترجيحها.

2. 4. الاستنباط والتدبر

المخطط: 5 مراحل الاستنباط وعلاقته بالتدبر



عُرّف التدبر في القرآن بالنظر والتفكر في مقاصده وغاياته وفي عاقبة العامل به والمخالف له (رضا، 2013، 5/ 287). وتكرر وروده في القرآن أربع مرات (برنامج الإحصاء القرآني/4.4، 2021) بل إن إحداها وردت قبل آية الاستنباط مباشرة قال سبحانه: ﴿أَفَلَا يَتَدَبَّرُونَ الْقُرْآنَ وَلَوْ كَانَ مِنْ عِنْدِ غَيْرِ اللَّهِ لَوَجَدُوا فِيهِ اخْتِلَافًا كَثِيرًا (82)﴾ (النساء، 4: 82). وقال علا شأنه ما بين قصتي داود وسليمان عليهما السلام ﴿كِتَابٌ أَنْزَلْنَاهُ إِلَيْكَ مُبَارَكٌ لِيَدَّبَّرُوا آيَاتِهِ وَلِيَتَذَكَّرَ أُولُو الْأَلْبَابِ (29)﴾ (ص، 38: 29). والقصتان مليئتان بالعبر والحكم استنبط المفسرون منهما ما فتحَ الله عليهم به.

وإذا علمنا أن الاستنباط من القرآن هو استخراج ما وراء ظواهر المعاني لعلمنا وجه التشابه والافتراق بينهما في القرآن الكريم. فكلاهما عملية عقلية يحتاجها الشخص لاستيعاب الآيات والتأمل فيها. ويفترقان في المقصد لأن قصد المتدبر الانتفاع بالآية والعمل بها، وقصد المستنبط التوصل لدقائق المعاني والحكم والأحكام. ومن هذا المنطلق فإن عملية التدبر تسبق عملية الاستنباط بعدة مراحل لأسباب كثيرة منها:

1- إن من لا يتدبر القرآن لن يفهم ظاهره فضلاً عن باطنه.

2- إن عملية الاستخراج لا تكون إلا بعد إطالة النظر وإرجاعه وإدباره مرة فمرة فيتفتق الفهم لدى المتدبر ويحيط ذهنه بمعانيه ويستوعب عقله الحِكَم والأحكام فيستنبطها.

ومن ثمَّ ندرك أن العلاقة بينهما سببية كما في المخطط: 5؛ فالتدبر سبيل للاستنباط؛ وحلقة مهمة في سلسلته، وقارئ القرآن لن يستطيع الاستنباط منه دون تدبره وفهمه. ولمزيد من المعلومات حول علاقة الاستنباط والتدبر ينظر: (سرحان، 2009؛ الطيار، 2006).

2. 5. الاستنباط وتفسير آيات الأحكام

يعبر عن تفسير آيات الأحكام عند بعض المؤلفين بالتفسير الفقهي (الذهبي، 2012، 2/ 397). كما يعبر عنه بفقه الكتاب، وبآيات الأحكام تارة، وبأحكام القرآن أيضاً، وكلها تدل على معنى واحد وهو: "تفسير الآيات التي لها صلة بالأحكام الشرعية العملية في القرآن الكريم" (حللي، د.ت، 1).

ومن هنا ندرك حجم العلاقة الهامة بين الاستنباط من القرآن وتفسير آيات أحكامه، حيث يشتركان في عدة نقاط ويختلفان في بعضها. ويمكننا عرضها بهذا الشكل:

1- من حيث عدد الآيات: اختلف العلماء في عدد آيات الأحكام فالبعض قال إنها 200 آية والبعض قال إنها 500 وبعضهم لم يحصرها بعدد، بل أطلقها على جميع المصحف (حللي، د.ت، 1). بينما الاستنباط من القرآن غير محدود بعدد معين ولهذا فالاستنباط أشمل من هذه الجهة.

2- من حيث الخفاء والظهور: إن علم تفسير آيات الأحكام يستخرج الأحكام الفقهية من ظاهر الآيات وباطنها، بينما علم الاستنباط القرآني خاص بالباطن أكثر من الظاهر.

3- من حيث تنوع المواضيع والشمول: بطبيعة الحال إن علم تفسير آيات الأحكام مختص باستخراج الأحكام الفقهية بينما علم الاستنباط من القرآن شامل لجميع الأحكام العقدية والأخلاقية وغيرها.

2. 6. الاستنباط والتفسير الإشاري

عُرف التفسير الإشاري بأنه تأويل للآيات بمعنى غير ظاهرها، بمقتضى علامات خفية وإشارات باطنة تظهر لأرباب السلوك ويمكن التوفيق بينها وبين الظواهر المرادة (عتر، 1996، 97). وبناء على هذا التعريف نرى أن الاستنباط والتفسير الإشاري أنهما مشتركان في استخراج ما خفي من النصوص؛ لكنهما يختلفان من حيث الموضوع والشمول. فالاستنباط شامل لعدة مواضيع منها التفسير الإشاري، والتفسير الإشاري يعتمد على الاستنباط والتأويل وأمور ثانية. لذا يمكننا القول إن التفسير الإشاري يدخل بعضه في الاستنباط وليس جميعه استنباطاً، فحضور التأويل والتمثيل والتصوير والإسقاط في التفسير الإشاري

أغلب من حضور الاستنباط فيه، فلذلك يمكن القول إن العلاقة بين الاستنباط والتفسير الإشاري بينهما خصوص وعموم وجهي.

الخاتمة:

لا شك إن الاستنباط من أهمِّ أسباب إدراك العلوم والنصوص، له ضوابطه وأقسامه وأشكاله. وقد حاولنا في بحثنا هذا أن نقدم نبذة عنه، وركزنا على مفهومه في الشريعة الإسلامية والقرآن الكريم، وحللنا أحد الأبحاث التي تكلمت عنه بشكل علمي نقدي. إن الاستنباط القرآني هو لب التفسير وجوهره، تكمن أهميته في استخراج دقائق أحكام ورقائق حِكَم القرآن الكريم، وموضعه في علم التفسير كموضع القياس في علم أصول الفقه. وإن ما يليق بطلاب العلم العناية الكافية به وتجديده وفق منهجه الصحيح الأصيل، ودراسة تطبيقه لدى المفسرين في تفاسيرهم، وبعد أن يسر المولى إتمام هذا البحث فإنا توصلنا إلى جملة من القضايا سنعرضها كما يلي:

1- إن المفهومات والمصطلحات ليست كسائر الألفاظ والمفردات، فلا يمكن دراستها وانتزاعها من سياقها دون عرض وتفسير ما يتعلق بها؛ لأنها تعيش في منظومة دلالية مترابطة مع مفاهيم أخرى. كما هو الحال مع مفهوم الاستنباط في القرآن الذي مر في بحثنا وكان مرتبطا بمصطلحات ثانية. وإن فهم المصطلحات والتفريق بين المفهومات لهو من ضرورات العلوم ومفاتيحها؛ ودراستها ليست حكراً على فرع علمي دون غيره.

2- للاستنباط علاقة بعلوم أصول الفقه وأصول التفسير معا، وله دور في استخراج أحكام القرآن الكريم وحكمه. وتعريف الاستنباط القرآني: "استخراج ما وراء ظواهر الألفاظ من الآيات القرآنية". بينا الاستنباط الأصولي فتعريفه: "استخراج ما خفي من حكم باستعمال القياس والاستدلال في غير المنصوص، ومعنى مستتر بإعمال قواعد دلالات الألفاظ في المنصوص".

3- للاستنباط علاقة بمفاهيم كثيرة كالتفسير والتأويل وآيات الأحكام والتفسير الإشاري والتدبر. فهو جزء من تفسير القرآن، والتفسير الإشاري جزء من الاستنباط، والتفسير مختص بالمعاني الظاهرة، والاستنباط مختص باستخراج ما وراءها، وليس ذلك في التفسير، والتدبر موصل إلى الاستنباط والاستنباط أحد أدوات التأويل.

4- يستعمل الاستنباط لغة في الأمور المادية والمعنوية وهو أقرب إلى الباطن من الظاهر ويدرج استعماله مكان كلمة الفهم والاجتهاد والاستخراج وقوة القريحة. ولم يخرج المعنى الاصطلاحي عن أصل وضعه اللغوي إنما توسعت دلالته. ما زالت دلالته فضفاضة، فقد تدل على الاجتهاد مطلقا، وقد تضيق جدا فتكاد لا تعني إلا القياس ولوازمه واستخراج علله، وقد يضاف الاستنباط أحيانا إلى القرآن وقد لا يضاف. ويمكننا ترتيب جميع معانيه الواردة في بحثنا من الأعم إلى الأخص:

أ-يقصد به مطلق الاجتهاد الأصولي واستخراج الحكم من القرآن والسنة في تعبير الإمام الشافعي رحمه الله، وتعريف الموسوعة التركية، ومعجم الأصول، والامام والقرطبي من المفسرين.

ب-يقصد به القياس بواسطة الظاهر في تعبير ابن حزم. وملكة السبر والتقسيم لدى ابن القيم رحمهما الله، وملكة استخراج العلة في اصطلاح الموسوعة الكويتية.

ج-يقصد به القياس والاستدلال من الأدلة المختلف فيها في تعبير الكلوذاني.

د-يقصد به استخراج ما وراء ظواهر معاني آيات القرآن في غير المنطوق بل من لازمه عند مجموعة من الباحثين.

المصادر والمراجع

ابن حزم، علي بن أحمد. (1980). الإحكام في أصول الأحكام. بيروت: دار الآفاق الجديدة.

ابن حنبل، أحمد بن محمد. (1999). الزهد (تحقيق محمد عبد السلام شاهين). بيروت: دار الكتب العلمية.

ابن عاشور، محمد الطاهر. (1984). تفسير التحرير والتنوير (15 مج.). تونس: الدار التونسية.

ابن فارس، أحمد بن فارس. (1979). مقاييس اللغة (تحقيق عبد السلام هارون). دار الفكر.

ابن قيم الجوزية، محمد بن أبي بكر. (2002). إعلام الموقعين عن رب العالمين (تحقيق أبو عبيدة مشهور بن حسن آل سلمان، 7 مج.). الدمام: دار ابن الجوزي.

ابن منظور، محمد بن مكرم. (د.ت). لسان العرب. بيروت: دار صادر.

الآمدي، الحسن بن بشر. (1960). الموازنة بين شعر أبي تمام والبحتري (تحقيق أحمد صقر، 3 مج.، ط. 4). القاهرة: دار المعارف.

البخاري، محمد بن إسماعيل. (2001). صحيح البخاري (الجامع المسند الصحيح المختصر من أمور رسول الله صلى الله عليه وسلم وسننه وأيامه) (تحقيق محمد زهير بن ناصر الناصر). القاهرة: دار طوق النجاة.

البصري، محمد بن علي. (1964). المعتمد في أصول الفقه (تحقيق محمد حميد الله وآخرون، 2 مج.). دمشق: المعهد العلمي الفرنسي للدراسات العربية.

الجاحظ، عمرو بن بحر. (1964). رسائل الجاحظ (تحقيق عبد السلام هارون، 4 مج.). القاهرة: مكتبة الخانجي.

الجصاص، أحمد بن علي. (1992). أحكام القرآن (تحقيق محمد الصادق قمحاوي، 5 مج.). بيروت: دار إحياء التراث العربي-مؤسسة التاريخ العربي.

الخوري، مناح حنا، والكوسى، عصام. (2021). التصور النحوي، قراءة في المفهوم والمصطلح والحد والتعريف. الذاكرة، 9(1)، 93-139.

الذهبي، محمد حسين. (2012). التفسير والمفسرون (3 مج.). القاهرة: دار الحديث.

الرازي، محمد فخر الدين بن عمر. (1981). مفاتيح الغيب (32 مج.). بيروت: دار الفكر.

الزجاج، إبراهيم بن السري. (1988). معاني القرآن وإعرابه (تحقيق عبد الجليل عبده شلبي، 5 مج.). بيروت: عالم الكتب.

الزرقاني، محمد عبد العظيم. (2021). مناهل العرفان في علوم القرآن (تحقيق أحمد عيسى المعصراوي، 2 مج.، ط. 5). القاهرة: دار السلام.

الزركشي، محمد بدر الدين بن عبد الله. (1957). البرهان في علوم القرآن (تحقيق محمد أبو الفضل إبراهيم). بيروت: دار إحياء التراث العربي.

الزمخشري، محمود بن عمر. (1998). أساس البلاغة (تحقيق محمد باسل عيون السود، 2 مج.). بيروت: دار الكتب العلمية.

الزمخشري، محمود بن عمر. (1998). الكشاف عن حقائق غوامض التنزيل وعيون الأقاويل في وجوه التأويل (تحقيق عادل أحمد عبد الموجود وآخرين، 6 مج.). الرياض: مكتبة العبيكان.

الزهراني، نايف بن سعيد. (2007). معالم الاستنباط في التفسير. مجلة معهد الإمام الشاطبي للدراسات القرآنية، 2(4)، 15-75.

السيوطي، عبد الرحمن بن أبي بكر. (2006). الإتقان في علوم القرآن (تحقيق مركز الدراسات القرآنية، 7 مج.). المدينة المنورة: مجمع الملك فهد لطباعة المصحف الشريف.

الشافعي، محمد بن إدريس. (1990). الأم (8 مج.). بيروت: دار المعرفة.

الطبري، محمد بن جرير. (2001). جامع البيان في تأويل القرآن (تحقيق عبد الله بن عبد المحسن التركي، 26 مج.). القاهرة: دار هجر.

الطيار، مساعد بن سليمان. (2006). مفهوم التفسير والتأويل والاستنباط والتدبر والمفسر (ط. 2). الرياض: دار ابن الجوزي.

الفراهيدي، الخليل بن أحمد. (2003). كتاب العين (مرتبا على حروف المعجم) (تحقيق عبد الحميد هنداوي). بيروت: دار الكتب العلمية.

القرطبي، محمد بن أحمد. (2006). الجامع لأحكام القرآن (تحقيق عبد الله بن عبد المحسن التركي). بيروت: مؤسسة الرسالة.

الكفوي، أيوب بن موسى. (1998). الكليات (تحقيق عدنان درويش ومحمد المصري، ط. 2). بيروت: مؤسسة الرسالة.

الكلوذاني، محفوظ بن أحمد. (1985). التمهيد في أصول الفقه (تحقيق مفيد أبو عمشة ومحمد بن علي إبراهيم، 4 مج.). مكة المكرمة: مركز البحث العلمي وإحياء التراث الإسلامي بجامعة أم القرى.

الماوردي، علي بن محمد. (1971). أدب القضاء (تحقيق محيي هلال السرحان، 2 مج.). بغداد: إحياء التراث الإسلامي-مطبعة الرشيد.

المحاسبي، الحارث بن أسد. (1978). فهم القرآن (تحقيق حسين القوتلي، ط. 2). بيروت: دار الكندي-دار الفكر.

بازمول، محمد بن عمر. (2012). الاستنباط عند المفسرين [صيغة رقمية]. جامعة أم القرى-كلية الدعوة وأصول الدين.

حللي، عبد الرحمن. (د.ت). محاضرة عن أحكام القرآن. مكتبة النور الجامعية.

دغيم، سميح. (د.ت). موسوعة مصطلحات علم الكلام الإسلامي (2 مج.). بيروت: مكتبة لبنان ناشرون.

رضا، محمد رشيد. (2013). تفسير المنار. القاهرة: دار النوادر.

رمضان، خالد جاب الله حسن. (1997). معجم أصول الفقه. بني سويف، مصر: دار الروضة.

سرحان، عبد الله. (2009). التدبر حقيقته وعلاقته بمصطلحات التأويل والاستنباط والفهم والتفسير، دراسة بلاغية تحليلية على آيات من الذكر الحكيم. الرياض: مركز تدبر.

عتر، نور الدين. (1996). علوم القرآن الكريم (ط. 6). دمشق: مطبعة الصباح.

م. خيري، السوفي. (د.ت). الاستدلال بين الاستقراء والاستنباط. موقع الألوكة. تاريخ الاسترجاع 12 ديسمبر، 2021، من https://www.alukah.net/sharia/0/107910/#ixzz6xQ42JFHe

مجمع اللغة العربية. (1983). المعجم الفلسفي. القاهرة: الهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية.

هلال، هيثم. (2003). معجم مصطلح الأصول. بيروت: دار الجيل.

الاستنباط. (1986). في الموسوعة الفقهية الكويتية (ط. 2). الكويت: وزارة الأوقاف والشؤون الإسلامية.

برنامج الإحصاء القرآني/4.4. (2021). kaheel7.net. https://kaheel7.net/?p=132

معجم مصطلحات العلوم الشرعية. (2017). الرياض: مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية.

Koca, F. (2001). İstinbat. In Türkiye Diyanet Vakfı İslâm Ansiklopedisi (Vol. 23, pp. 368-369). İstanbul: TDV Yayınları.

Ocimum Basilicum (L.) EKSTRAKTININ MODEL ORGANİZMA *Galleria Mellonella* L. (*Lepidoptera: Pyralidae*)'DA TOPLAM PROTEİN MİKTARINA ETKİSİ

Dr. Öğr. Üyesi Deniz TAŞKIN
İstanbul Yeni Yüzyıl Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu
ORCID: 0000-0002-1747-0098
Arş. Gör. Dr. Serhat KAYA
Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü
ORCID: 0000-0002-0984-2824

ÖZET

Ocimum basilicum L. (Mor Reyhan) antik çağlardan beri insan rahatsızlıklarına karşı geleneksel ilaç olarak kullanılan, Lamiaceae (Ballıbabagiller) familyasına ait uçucu yağı değerli, aromatik bir bitkidir ve bir fesleğen türü olarak sınıflandırılmaktadır. İçerdiği biyolojik aktif maddeler nedeniyle birçok hastalığın tedavisinde kullanılmaktadır.

Çalışmamızda *O. basilicum* L. ekstraktının model organizma *Galleria mellaonella*'da toplam protein miktarına etkisi araştırılmıştır. Toplam protein tayini Bradford (1976) yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Deneklerden toplanan hemolenfteki toplam protein miktarı; Breadford ayıracında 595 nm'de absorbansının okunmasıyla belirlenmiştir. Bunun için 5 µl hemolenf, 155 µl saf su ve 40 µl ayıraç her bir kuyucuğa konularak mikroplaka okuyucuda (ThermoScan Go, ThermoFisher, Finlandiya) absorbans değerleri belirlenmiştir. Deney öncesi bovine serum albümin (BSA) kullanılarak oluşturulan standart eğriden elde edilen formülden yararlanılarak tüm örneklerin toplam protein miktarları ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Buna göre en yüksek hemolenf proteini 5 mg/mL (16.48 mg protein/mL) grubunda, en düşük hemolenf protein miktarı 2.5 mg/mL (13.85 mg protein/mL) grubunda belirlenmiştir. Kontrol gruplarının kendi aralarındaki fark önemsizdir. Aynı zamanda kontrol ile 5 mg/mL grubu arasındaki fark da önemsizdir. Ancak kontrol grupları ile diğer doz grupları arasındaki fark önemlidir.

Anahtar Kelimeler: *Galleria mellonella, Ocimum bacilicum,* Toplam Protein

EFFECT OF *Ocimum Basilicum* (L.) EXTRACT ON TOTAL PROTEİN CONTENT IN MODEL ORGANİSM *Galleria Mellonella* L. (*Lepidoptera: Pyralidae*)

ABSTRACT

Ocimum basilicum L. (Purple Basil) is a valuable aromatic plant belonging to the Lamiaceae (mint) family, whose essential oil has been used as a traditional medicine against human ailments since ancient times. Due to its biologically active substances, it is used in the treatment of many diseases.

In our study, the effect of *O. basilicum* L. extract on total protein content in *Galleria mellaonella* was investigated. Total protein determination was performed using the Bradford (1976) method. The total protein content in the hemolymph collected from the subjects was determined by reading the absorbance at 595 nm in a Bradford reagent. For this purpose, 5 µl of hemolymph, 155 µl of pure water, and 40 µl of reagent were placed in each well, and the absorbance values were determined in a microplate reader (ThermoScan Go, ThermoFisher, Finland). The total protein content of all samples was calculated separately using the formula obtained from the standard curve created using bovine serum albumin (BSA) before the experiment.

Accordingly, the highest hemolymph protein was determined in the 5 mg/mL (16.48 mg protein/mL) group, and the lowest hemolymph protein was determined in the 2.5 mg/mL (13.85 mg protein/mL) group. The differences between the control groups themselves were insignificant. Similarly, the difference between the control and 5 mg/mL groups was also insignificant. However, the differences between the control groups and the other dose groups were significant.

Key Words: *Galleria mellonella*, *Ocimum bacilicum*, Total Protein

Dianthus Tabrisianus GÖVDE SU EKSTRESİNDE TOPLAM FENOLİK VE FLAVONOİD MİKTARLARININ BELİRLENMESİ

Zafer YAREN
Van Yüzüncü Yıl University,Faculty of Science, Department of Molecular Biology and Genetics, 65030 Tuşba, Van
ORCID: 0000-0002-3833-1900
Abdülhalim GÜNEŞ
Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Science, Department of Molecular Biology and Genetics, 65030 Tuşba, Van
ORCID: 0009-0001-4587-4698
Deniz İRTEM KARTAL
Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Science, Department of Molecular Biology and Genetics, 65030 Tuşba, Van
ORCID: 0000-0001-9669-5828
Ayten EROĞLU
Van Yüzüncü Yıl University, Faculty of Science, Department of Biology, 65030 Tuşba, Van
ORCID: 0000-0002-1407-6298

ÖZET

Bitkiler, binlerce yıldır geleneksel tıbbın temelini oluşturmakta ve insan sağlığına yönelik yeni tedavi olanakları sunmaya devam etmektedir. Bitkilerin çeşitli kısımlarının ya da bu bitkilerden izole edilen etken maddelerin hastalıkların tedavisinde kullanılması, "tıbbi bitki" kavramının ortaya çıkmasına neden olmuştur. Tıbbi bitkiler, içeriklerindeki biyolojik olarak aktif fitokimyasallar sayesinde yeni ilaç geliştirme çalışmalarında önemli bir terapötik kaynak olarak değerlendirilmektedir. Bitkisel kaynaklı fenolik ve flavonoid bileşikler, antioksidan özellikleri nedeniyle farmasötik ve fonksiyonel gıda araştırmalarında önemli bir yer tutmaktadır. Caryophyllaceae familyasına ait *Dianthus* cinsi, geleneksel tıpta farklı biyolojik etkileri nedeniyle dikkat çeken türleri içermektedir. Literatürde *Dianthus* türleri üzerine yapılan çalışmaların büyük ölçüde taksonomik ve morfolojik değerlendirmelere odaklandığı, buna karşın bazı türlerin fitokimyasal içeriklerine ilişkin nicel verilerin sınırlı olduğu görülmektedir. Bu çalışmada, *Dianthus tabrisianus* türünün gövdesinden elde edilen su ekstresinde toplam fenolik ve toplam flavonoid içeriklerinin kantitatif olarak belirlenmesi amaçlanmıştır.

Çalışmada *D. tabrisianus* bitki gövde örnekleri kurutulup öğütüldükten sonra su ile ekstrakte edilmiştir. Elde edilen su ekstresinde toplam fenolik içerik Folin–Ciocalteu yöntemi kullanılarak gallik asit eşdeğeri (GAE) cinsinden, toplam flavonoid içerik ise alüminyum klorür ($AlCl_3$) kolorimetrik yöntemi ile kateşin eşdeğeri (CE) cinsinden belirlenmiştir. *D. tabrisianus*'un toplam fenolik madde içeriği 103 ± 1.63 µg GAE/mg kuru özüt, toplam flavonoid içerik ise 23.29 ± 2.41 µg CE/mg kuru özüt olarak hesaplanmıştır.

Elde edilen bulgular, *D. tabrisianus* gövde su ekstresinin kayda değer düzeylerde fenolik ve flavonoid bileşikler içerdiğini göstermektedir. Bu çalışmanın, *D. tabrisianus* türüne ait toplam fenolik ve flavonoid içeriklerin nicel olarak ortaya konulmasına katkı sağlayarak literatürdeki sınırlı verileri desteklemesi ve söz konusu türün farmasötik ve fonksiyonel gıda potansiyeline ilişkin ileri çalışmalara temel oluşturması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: *Dianthus tabrisianus*, tıbbi bitki, toplam fenolik içerik, toplam flavonoid içerik

DETERMINATION OF TOTAL PHENOLIC AND FLAVONOID AMOUNTS IN *DIANTHUS TABRISIANUS* STEM WATER EXTRACT

ABSTRACT

Plants have formed the basis of traditional medicine for thousands of years and continue to offer new therapeutic possibilities for human health today. The use of various parts of plants or bioactive compounds isolated from these plants in the treatment of diseases has led to the emergence of the concept of medicinal plants. Medicinal plants are considered an important therapeutic resource in new drug development studies due to the biologically active phytochemicals they contain. Plant-derived phenolic and flavonoid compounds hold an important place in pharmaceutical and functional food research due to their antioxidant properties. The genus *Dianthus*, belonging to the Caryophyllaceae family, includes species that attract attention in traditional medicine because of their diverse biological effects. In the literature, studies on *Dianthus* species have largely focused on taxonomic and morphological evaluations, while quantitative data on the phytochemical contents of some species remain limited. This study aimed to quantitatively determine the total phenolic and total flavonoid contents of the aqueous extract obtained from the stem of *Dianthus tabrisianus.*

In the study, *D. tabrisianus* stem samples were dried, powdered, and extracted with water. The total phenolic content of the aqueous extract was determined using the Folin–Ciocalteu method and expressed as gallic acid equivalents (GAE), while the total flavonoid content was determined using the aluminum chloride ($AlCl_3$) colorimetric method and expressed as catechin equivalents (CE). The total phenolic content of *D. tabrisianus* was calculated as 103 ± 1.63 µg GAE/mg dry extract, and the total flavonoid content as 23.29 ± 2.41 µg CE/mg dry extract.

The obtained findings indicate that the stem aqueous extract of *D. tabrisianus* contains considerable levels of phenolic and flavonoid compounds. The present study is expected to contribute to the quantitative determination of the total phenolic and flavonoid contents of *D. tabrisianus*, support the limited data available in the literature, and provide a basis for further studies on the pharmaceutical and functional food potential of this species

Keywords:*Dianthus tabrisianus*, medicinal plant, total phenolic content, total flavonoid content

Cinchona Officinalis ÖZÜTÜNÜN ANTİOKSİDAN VE ANTİMİKROBİYAL ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE TUZLULUK VE ISIL İŞLEMLERİN ETKİSİ

Beyza BEDİR
Necmettin Erbakan University, Faculty of Science, Department of Molecular Biology and Genetics, Microbiology, 42030 Meram, Konya
ORCID: 0000-0001-8741-4203
Müdahhara KARACA
Karamanoglu Mehmetbey University, Kamil Özdağ Faculty of Science, Department of Biology, 70100 Karaman, Turkiye
ORCID: 0009-0006-2811-4773
Mustafa ÇİÇEK
Karamanoglu Mehmetbey University, Kamil Ozdag Faculty of Science, Department of Biology, Biotechnology,70100 Karaman, Turkiye
ORCID: 0000-0002-7109-6500
Aytaç KOCABAŞ
Karamanoglu Mehmetbey University, Kamil Ozdag Faculty of Science, Department of Biology, Microbiology, 70100 Karaman, Turkiye
ORCID: 0000-0001-7622-1932

ÖZET

Cinchona officinalis L., Rubiaceae familyasına ait ve Güney Ekvador'a özgü bir türdür. Yüksek rakımlarda yetişen, 15–30 m'ye kadar büyüyebilen ve yıl boyu yeşil kalan bu ağaç, tarih boyunca tıbbi özellikleri nedeniyle yoğun şekilde sömürülmüş ve günümüzde tehlike altındaki türler listesinde yer almıştır. Gövde ve kök kabukları kinin alkaloidleri açısından zengin olup, uzun yıllar sıtma tedavisinde kullanılmıştır. Günümüzde ise bu bitkinin antioksidan ve antimikrobiyal potansiyeli bilimsel araştırmaların odağında yer almaktadır.

Bu çalışma, Cinchona officinalis özütünün antioksidan kapasitesindeki değişimleri farklı tuzluluk koşulları ve termal işlemler altında incelemeyi amaçlamıştır. Özütler dört farklı tuz konsantrasyonuna (%0 kontrol, %5 KCl, %5 NaCl, %5 $CaCl_2$) maruz bırakılmış ve ardından üç farklı yöntemle ısıl işleme tabi tutulmuştur: 500 W mikrodalga, 700 W mikrodalga ve geleneksel demleme. Antioksidan kapasite DPPH testi ile değerlendirilmiştir. Sonuçlar, özütün radikal söndürme potansiyelinin tuz türüne ve ısı yöntemine göre değiştiğini göstermiştir. Tuzsuz özütlerde en düşük IC_{50} değeri 700 W mikrodalga ile 34 µg/mL olarak bulunmuştur. Tuz ilavesi genel olarak kapasiteyi azaltmıştır. Ayrıca, özütlerin antimikrobiyal aktiviteleri test edilmiş, ancak denenen tüm ekstraktlarda herhangi bir antimikrobiyal etki gözlemlenmemiştir. Elde edilen veriler, Cinchona officinalis özütünün güçlü bir antioksidan kapasiteye sahip olduğunu, ancak antimikrobiyal etki göstermediğini ortaya koymaktadır. Mikrodalga işlemleri, geleneksel demlemeye kıyasla daha yüksek radikal süpürme etkinliği sağlamıştır. Bu durum, yüksek mikrodalga gücünün fenolik bileşiklerin serbest radikal yakalama kapasitesini artırabileceğini düşündürmektedir. Tuz ilavesi ise özütün etkinliğini sınırlamış, özellikle $CaCl_2$

koşullarında belirgin bir azalma gözlenmiştir. Çalışma, bitki özütlerinin işlenme yöntemlerinin antioksidan kapasite üzerinde kritik rol oynadığını, ancak antimikrobiyal aktivite açısından sınırlı olduğunu göstermektedir. Bu bulgular, farmakolojik araştırmalar ve gıda teknolojisi için önemli ipuçları sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Cinchona officinalis*, Antioksidan kapasite, DPPH testi, Tuzluluk ve ısıl işlem, Antimikrobiyal aktivite

EFFECTS OF SALINITY AND THERMAL PROCESSING ON THE ANTIOXIDANT AND ANTIMICROBIAL PROPERTIES OF *CINCHONA OFFICINALIS* EXTRACTS

ABSTRACT

Cinchona officinalis L., a member of the Rubiaceae family, is native to southern Ecuador. It grows at high altitudes, reaches 15–30 meters in height, and remains evergreen throughout the year. Historically, this species has been exploited for its medicinal properties, particularly its quinine-rich bark, and is now listed among endangered species. While traditionally used against malaria, current research focuses on its antioxidant and antimicrobial potential, which may provide insights for pharmacology and food science.

This study investigated the antioxidant capacity of *Cinchona officinalis* extracts under different salinity conditions and thermal treatments, as well as their antimicrobial activity. Extracts were exposed to four salt concentrations: 0% (control), 5% KCl, 5% NaCl, and 5% $CaCl_2$. Following salt exposure, extracts were processed using three heating methods: 500 W microwave, 700 W microwave, and traditional infusion. Antioxidant activity was measured using the DPPH radical scavenging assay. Results showed clear differences depending on salt type and heating method. Salt-free extracts displayed the strongest activity, with the lowest IC_{50} value (34 µg/mL) obtained under 700 W microwave treatment. Salt addition generally reduced radical scavenging capacity, with $CaCl_2$ causing the most pronounced decrease. Antimicrobial tests were also performed; however, no antimicrobial activity was observed in any of the extracts tested.

The findings confirm that *Cinchona officinalis* extracts possess strong antioxidant potential, particularly when processed with microwave heating, which enhanced radical scavenging compared to traditional infusion. High microwave power appears to maximize activity, suggesting that extraction methods significantly influence bioactivity. Conversely, salt addition reduced antioxidant capacity, highlighting the sensitivity of plant extracts to environmental and chemical factors. The absence of antimicrobial activity indicates that the plant's bioactivity is more closely linked to antioxidant mechanisms rather than direct antimicrobial effects. These results emphasize the importance of processing conditions in shaping the functional properties

of medicinal plants and provide valuable insights for pharmacological and technological applications.

Keywords: *Cinchona officinalis*, Antioxidant capacity, DPPH assay, Salinity and thermal processing, Antimicrobial activity

1.GİRİŞ

Cascarilla olarak da bilinen *C. officinalis L. (Rubiaceae),* Güney Ekvador'a özgü bir türdür. Başlıca yetiştiricileri Endonezya, Hindistan, Tanzanya ve Kenya'dır. *C. officinalis* genellikle 1.400 m'nin üzerindeki rakımlarda yetişir, 15–30 m'ye kadar boylanır ve yaprak dökmeyen bir ağaçtır. Kabukları pürüzlü olup kahverengi, sarı, siyah ve beyazımsı lekeler içerir. Yaprakları küçük, karşılıklı dizilişli, eliptik ya da oval-mızrak biçiminde, tüysüz ve kırmızımsı saplıdır. Çiçekleri kısa veya bileşik salkım halinde, uç ve koltuklarda bulunur; renkleri kırmızımsı-kahverengidir. Çanak yaprakları tübüler, beş dişli ve tüylü; korolla tüpü beş loplu, ipeksi dokulu ve hafif pentagonal bir görünümdedir. Çiçeklerde beş erkek organ ve tek bir yuvarlak dişi organ bulunur. Meyve oval-uzun kapsül şeklindedir; tohumları kanatlı kenarlı, eliptik, turuncumsu ve ince tüylüdür. Cinchona officinalis'in gövde ve kök kabukları kinin alkaloidleri açısından en zengin kısımlardır; buna karşın yaprakları da ekstraksiyon çalışmalarında kullanılmıştır. Bazı *Cinchona* türleri (ör. *C. succirubra, C. ledgeriana, C. calisaya)* kinin alkaloidlerinin başlıca kaynaklarıdır (Ahmad Mir et al., 2019; Bharadwaj et al., 2018; Serrano et al., 2019).

Kinin, *Cinchona* türlerinin kabuklarından izole edilen en önemli alkaloiddir. Güney Amerika'nın yerli halkları 17. yüzyılda *Cinchona* kabuğunu sıtma belirtilerini gidermek için kullanmış; bitki bu nedenle "ateş ağacı" olarak anılmıştır. 19. yüzyılın başlarında Fransız kimyagerler Pierre Joseph Pelletier ve Joseph-Bienaimé Caventou kininin ilk saflaştırılmasını gerçekleştirmiş; bu gelişme farmakoloji tarihinde dönüm noktası sayılmış ve 18.–19. yüzyıllarda özellikle Avrupa'da sıtma tedavisinde kininin standart ilaç haline gelmesini sağlamıştır (Ochoa et al., 2025). Cinchona türleri farklı alkaloid konsantrasyonlarına sahiptir; bu konsantrasyonlar yerel koşullar, rakım, toprak tipi, ağacın yaşı ve hasat zamanına bağlı olarak değişir. Bu tıbbi özellikler nedeniyle türler tarih boyunca yoğun şekilde sömürülmüş ve bazıları tehlike altındaki türler listesine girmiştir. Ekvator'da bu cins korunması ve incelenmesi öncelikli türlerden biridir. Peru'da cinse ait 24 türden 18'i kayıt altına alınmıştır; tıbbi, yapısal ve gıda amaçlı aşırı kullanım bu türlerin yok olma riskiyle karşı karşıya kalmasına yol açmış ve ormancılık ile toplumsal açıdan önemli bir endişe kaynağı olmuştur (Serrano et al., 2019; Vergara et al., 2023).

Emmanuel Kitete Mulongo ve ark. (2025) tarafından *C. officinalis* üzerinde yürütülen in silico moleküler docking ve dinamik simülasyon temelli antiviral değerlendirmelerde, bitkide tanımlanan kinin türevlerinin Herpes Simplex virüsü, Dengue ve influenza virüslerine karşı etkinlik gösterdiği bildirilmiştir; elde edilen bulgular, *C. officinalis*'ten türetilen bileşiklerin COVID-19 ve HBV'ye karşı antiviral potansiyelinin değerlendirilmesi açısından önem taşımaktadır. Arumugam ve ark. (2023) çalışmalarında *Cinchona officinalis'in* ana tentür formu (CO-MT) ile yapılan deneylerde SARS-CoV-2'ye karşı güçlü antiviral etki gözlendiğini rapor etmişlerdir. Al-Harbi ve ark. (2022) *Cinchona officinalis'*in kanser biyolojisindeki potansiyelini nanoteknolojik yaklaşımla değerlendirmiş; sonuçlar, bitkinin biyolojik bileşenlerinin nanoteknoloji ile birleştirilerek kanser tedavisinde yenilikçi ve sürdürülebilir yaklaşımlar sunabileceğini göstermektedir. Mouozong ve ark. (2024*) Cinchona officinalis*'in antibakteriyel özelliklerini ve antibiyotik direncini kırma potansiyelini incelemiş; bulgular bitkinin sadece tarihsel antimalaryal rolüyle değil, aynı zamanda antibiyotik direncine karşı umut verici bir kaynak olabileceğini ortaya koymuştur. Yadav ve ark. (2023) ise *Cinchona officinalis*'in gövde kabuğundan elde edilen özütlerin antioksidan kapasitesini ve fitokimyasal bileşimini incelemiş; çalışma, bitkinin oksidatif stresle ilişkili hastalıklara karşı doğal bir antioksidan kaynağı olabileceğini göstermektedir.

2.MATERYAL VE METOT

2.1. Çözeltilerin hazırlanması

Yerel bir aktardan öğütülmüş biçimde temin edilen *Cinchona officinalis* (kına kına) bitkisinden her biri 0,5 g olacak şekilde tartım yapılmış ve Örnek 1–Örnek 4 aşağıdaki şekilde hazırlanmıştır. Her örneğe 50 mL steril saf su ilave edilmiştir. Örnek 1'de sadece bitki ve 50 mL saf su kullanılmıştır. Örnek 2, Örnek 3 ve Örnek 4'te 50 mL saf suya sırasıyla %5 NaCl, %5 $CaCl_2$ ve %5 KCl eklenmiştir. Her bir bitki–çözelti karışımı aşağıdaki işlemlerle hazırlanmıştır: (i) Mikrodalga 500 W, 1 dakika; (ii) Mikrodalga 700 W, 1 dakika; (iii) Demleme: 50 mL saf su mikrodalgada kaynama noktasına kadar ısıtıldıktan sonra ağzı kapalı bir kapta 0,5 g bitki ile 10 dakika demlemeye bırakılmıştır. Her işlem için ayrı örnekler hazırlanmış ve toplamda karşılaştırmalı analiz amacıyla 12 deney seti elde edilmiştir.

Hazırlanan karışımlar, çözünmeyen bitki parçalarını uzaklaştırmak amacıyla steril 50 mL'lik falkon tüplerine aktarılmış, hacimleri hassas terazide eşitlenmiş ve 5.000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası süpernatantlar ayrı steril 50 mL'lik falkon tüplere aktarılmış, peletler atılmıştır. Süpernatantlar 10 kat seyreltilerek 15 mL'lik falkon tüplere aktarılmış ve 1 mg/mL son konsantrasyona getirilerek stok çözelti olarak saklanmıştır. Örnek

2–4 için hazırlama Örnek 1 ile aynı prosedüre göre uygulanmış, yalnızca tuz tipleri farklı olarak kullanılmıştır.

2.2. Mikroorganizmaların hazırlanması

Deneyde kullanılan bakteri türleri *Escherichia coli* ve *Staphylococcus aureus'* tur. Her bakteri türünden stok agardan alınan inokulum 10 mL Nutrient Broth (NB) içinde çalkalamalı inkübatörde bir gece inkübe edilmiştir. Erişkin kültürlerin koloni yoğunluğunu standardize etmek amacıyla %0,9 serum fizyolojik hazırlanmış ve bakteri süspansiyonları 0,5 McFarland standardına göre ayarlanmıştır. 0,5 McFarland'a ayarlanmış *E. coli* ve *S. aureus* süspansiyonlarından Müller-Hinton Broth (MHB) kullanılarak 1:50 ve 1:100 oranlarında seri dilüsyonlar hazırlanmıştır.

2.3. Antimikrobiyal testler

2.3.1. Minimum İnhibitör Konsantrasyon (MİK)

Tüm stok çözeltiler (1 mg/mL; tuzsuz, %5 NaCl, %5 KCl, %5 $CaCl_2$) ve uygulanan işlem türlerine göre Karışım 1 (500 W, 1 dk mikrodalga), Karışım 2 (700 W, 1 dk mikrodalga) ve Karışım 3 (demleme) olarak etiketlenmiştir. Her karışımdan üçer kuyucuklu teknik tekrarlı deney tasarlanmıştır. 96 kuyucuklu mikroplakaların her kuyucuğuna 150 µL ilgili bitki özütü ilave edilmiş, ardından 150 µL 1:100 oranında seyreltilmiş bakteri süspansiyonu eklenmiştir. Bitki özütü ile bakteri süspansiyonunun eşit hacimde karıştırılması suretiyle seri dilüsyonlar uygulanmış ve özütler 10–0,1563 mg/mL aralığında test edilmiştir. Pozitif kontrolde mikroorganizmaya özüt uygulanmamış, negatif kontrolde ise steril besiyeri kullanılmıştır. Plakalar 35–37 °C'de bir gece inkübe edilip görsel değerlendirme ile MİK değerleri belirlenmiştir. Bu protokol Örnek 1–4 için aynı şekilde uygulanmıştır.

2.3.2. Minimum Bakterisidal Konsantrasyon (MBC)

MİK testinde üreme gözlenen kuyucuklardan veya üremenin olmadığı kuyucuklardan (MİK'da belirlenen kritik kuyucuklar) 20 µL alınarak Mueller-Hinton Agar (MHA II) levhalarına ekim yapılmış ve 35 °C'de 24 saat inkübe edilmiştir. *E. coli* ve *S. aureus* için MİK sonuçlarına göre MBC değerleri belirlenmiştir.

2.3.3. Disk difüzyon

1:100 oranında seyreltilmiş bakteri süspansiyonları MHA levhalarına ekilmiş, steril membran filtre disklerine karışım 1–4'ten 20 µL emdirilmiş, diskler inoküle edilmiş plakalar üzerine yerleştirilmiştir. Plakalar 35–37 °C'de bir gece inkübe edilmiş ve inhibisyon zon çapları ölçülmüştür.

2.4. Antioksidan testler

2.4.1. DPPH serbest radikal süpürme aktivitesi

DPPH testi Prieto et al. protokolüne göre uygulanmıştır (Prieto, 2012). Her karışım için dört deney seti, her sette üç işlem tipi doğrultusunda (Karışım 1–3) ve ek olarak tuz içeren setlerle birlikte toplam dört grup hazırlanmış; özütler 10; 5; 2,5; 1; 0,5 ve 0,1 mg/mL konsantrasyonlarında hazırlanmıştır. Her kuyucuğa 20 µL örnek ve 180 µL DPPH çözeltisi ilave edilmiştir. Negatif kontrolde yalnızca metanol + DPPH, blank olarak ise çözücü kontrolü amacıyla su ve metanol kullanılmıştır. Plakalar karanlıkta oda sıcaklığında 1 saat inkübe edilmiş ve 517 nm'de spektrofotometrik ölçümlerle antioksidan aktivite hesaplanmıştır.

2.4.2. Fenolik bileşik tayini

Toplam fenol içeriği Folin–Ciocalteu yöntemi ile belirlenmiştir (Atıcı et al., 2025). Galik asit standart eğrisi hazırlamak için 1,4; 1,0; 0,7; 0,5; 0,35; 0,25 ve 0,175 mM galik asit çözeltileri 15 mL falkon tüplerine hazırlanmıştır. Karışım 1–4 için test örnekleri 0,4 mg/mL ve 0,2 mg/mL konsantrasyonlarında 2 mL'lik ependorf tüplerine hazırlanmıştır. Mikroplaka üzerindeki "Galik asit" olarak etiketlenen kuyucuklara her standarttan 20 µL eklenmiştir. Reaksiyon tamamlandıktan sonra plakalar 725 nm'de spektrofotometrede okunmuş ve absorbans değerlerine göre toplam fenolik içerik galik asit eşdeğeri (GAE) olarak hesaplanmıştır.

(Not: Tüm deneyler için kullanılan çözeltilerin sterilliği, inkübasyon süreleri ve sıcaklıkları ile ölçüm koşulları laboratuvar standartlarına uygun şekilde kontrol edilmiştir.)

3.BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmada *Cinchona officinalis* gövde kabuğu özütlerinin antioksidan kapasiteleri DPPH spektrofotometrik yöntemiyle değerlendirildi; etkinlik IC50 ile sunuldu. Antioksidanların tanımı ve önemi ile DPPH yönteminin dayanağı açısından, antioksidanlar çoğunlukla fenolik yapılar içeren ve serbest radikallerin oluşumunu engelleyerek veya mevcut radikalleri süpürerek hücre hasarını azaltan moleküller olarak tanımlanır (Doğmuş & Durucasu, 2013). Serbest radikaller, moleküllerin parçalanması sırasında ortaya çıkan eşleşmemiş elektronlar nedeniyle yüksek reaktivite gösterir; hücrelerde birikmeleri oksidatif strese yol açar ve uzun vadede dejeneratif hastalık riskini artırır. Antioksidanlar elektron vererek serbest radikalleri nötralize eder ve daha kararlı yapılara dönüştürür; bu etki DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) spektrofotometrik yöntemiyle hızlı ve güvenilir biçimde ölçülür (Ayaz Seyhan, 2019; Prieto, 2012). DPPH reaktifi hem lipofilik hem de hidrofilik antioksidanlarla reaksiyona girebildiği için yöntem geniş uygulama alanına sahiptir.

Fenolik bileşikler bitki sekonder metabolitleri arasında yer alır; bitkinin çevresel

adaptasyonunda, savunma mekanizmalarında ve renk/tat/çıkarım özelliklerinde rol oynarlar. Fenolik yapıdaki bileşikler (flavonoidler, sinnamik asit türevleri, kumarinler, tokoferoller vb.) güçlü antioksidan özellik gösterir ve oksidatif stres kaynaklı hücre hasarını çeşitli redoks mekanizmalarıyla azaltır (Ahmet Deveci et al., 2016; Anabilim et al., n.d.). Literatürde toplam fenolik içerik ile DPPH radikal süpürme aktivitesi arasında genellikle anlamlı korelasyonlar bildirilmiştir (Aliyazıcıoğlu et al., 2017; Ayaz Seyhan, 2019). Deneysel değerlendirme açısından DPPH testi ile antioksidan aktivite, başlangıçtaki DPPH sinyalinin %50 azalması esasına göre IC50 değeri ile ifade edilmiştir (Tablo 1).

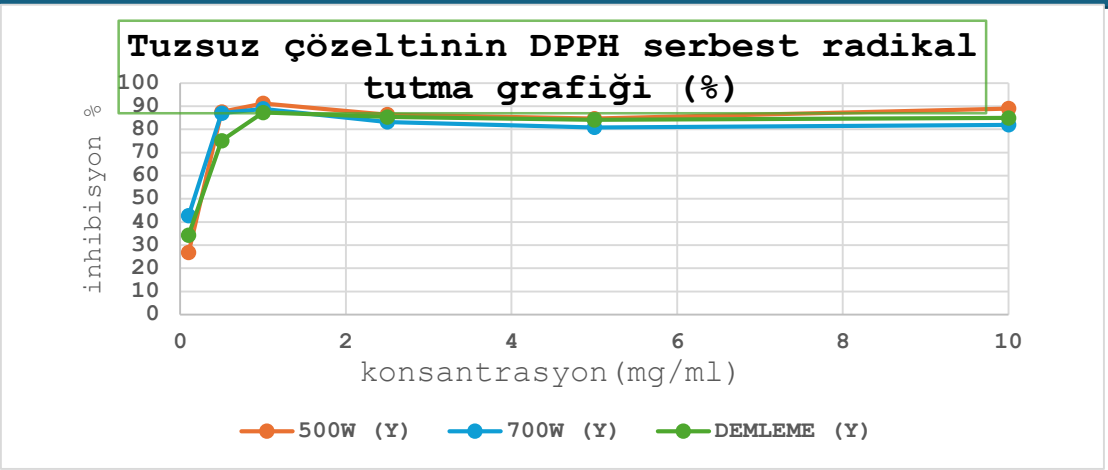
Net absorbans hesaplamasında kullanılan formüller Absnet = Abs(örnek + DPPH) − Abs(blank (örnek + metanol)) ve % DPPH uzaklaştırma = 100 × (Absnet) / (AbsDPPH − Absmetanol) şeklindedir; buradan elde edilen verilerle her karışım için inhibisyon yüzdeleri grafiğe aktarılmış ve IC50 değerleri türetilmiştir (Ayaz Seyhan, 2019; Prieto, 2012)

METOT	**IC_{50}**
Tuzsuz-500W	134 µg/mL
Tuzsuz-700W	34 µg/mL
Tuzsuz-Demleme	126 µg/mL
NaCl-500W	68 µg/mL
NaCl-700W	89 µg/mL
NaCl-Demleme	194 µg/mL
KCl-500W	159 µg/mL
KCl-700W	89 µg/mL
KCl-Demleme	----
$CaCl_2$-500W	283 µg/mL
$CaCl_2$-700W	162 µg/mL
$CaCl_2$-Demleme	373 µg/mL

Tablo 1. DPPH radikali için IC_{50} değerleri

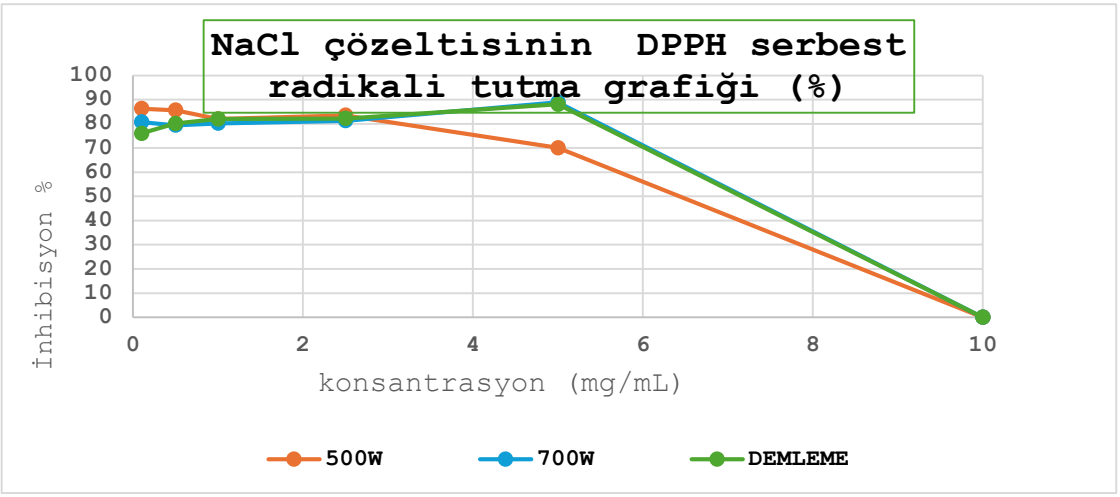
Tüm hazırlama yöntemleri (500 W mikrodalga, 700 W mikrodalga ve demleme) ile elde edilen *Cinchona officinalis* özütleri DPPH radikal süpürme aktivitesi göstermiştir (Şekil 1-4).

Tuzsuz şeklinde sınıflandırılan kına kına bitkisi ile yapılan DPPH testi grafiği şekildeki gibidir:



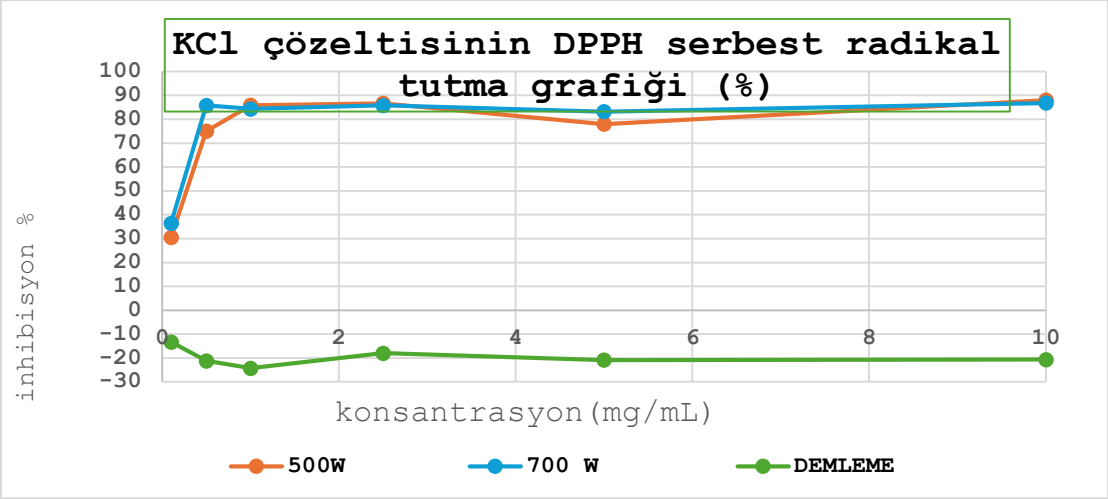
Şekil 1: Tuzsuz çözeltinin DPPH serbest Radikal Tutma Grafiği (%)

%5 NaCl şeklinde sınıflandırılan kına kına bitkisi ile yapılan DPPH testi grafiği şekildeki gibidir:



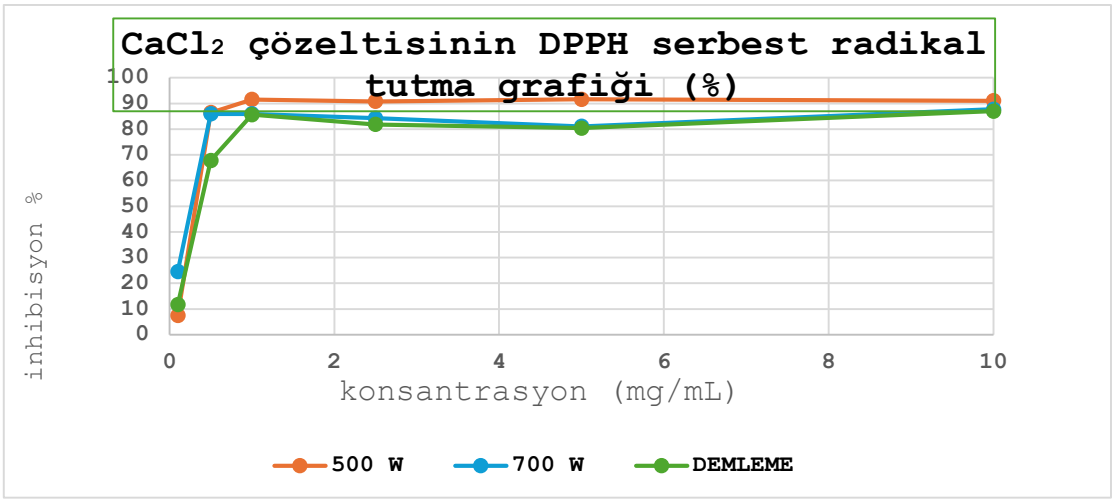
Şekil 2: NaCl çözeltisinin DPPH serbest Radikal Tutma Grafiği (%)

%5 KCl şeklinde sınıflandırılan kına kına bitkisi ile yapılan DPPH testi grafiği şekildeki gibidir:



Şekil 3: KCl çözeltisinin DPPH serbest Radikal Tutma Grafiği (%)

%5 $CaCl_2$ şeklinde sınıflandırılan kına kına bitkisi ile yapılan DPPH testi grafiği şekildeki gibidir:



Şekil 4: CaCl2 çözeltisinin DPPH serbest Radikal Tutma Grafiği (%)

Tuzsuz örnekler ve tuz içeren örnekler (%5 NaCl, %5 $CaCl_2$, %5 KCl) için hazırlanan serilerin IC50 değerleri hesaplanmış ve karşılaştırılmıştır. Genel eğilim olarak demleme yöntemiyle elde edilen özütler ile mikrodalga yöntemleri arasında antioksidan etkinlik farklılıkları gözlenmiş; ayrıca tuz ilavesi bazı örneklerde ekstraksiyon verimini ve dolayısıyla antioksidan aktiviteyi etkileyici yönde değiştirmiştir (Şekil 3).

Toplam fenolik içerik, Folin–Ciocalteu yöntemi ile galik asit eşdeğeri (GAE) olarak hesaplanmış ve genel olarak fenolik toplamının artışı ile antioksidan aktivitenin arttığı gözlemlenmiştir; bu sonuç literatürde bildirilen ilişkilerle tutarlıdır (Aliyazıcıoğlu et al., 2017).

Elde edilen bulgular, *Cinchona officinalis* özütlerinin fenolik içeriğe bağlı olarak anlamlı antioksidan aktivite sergilediğini göstermektedir; fenolik bileşiklerin redoks özellikleri DPPH radikaline karşı güçlü bir etki ortaya koyar ve bu çalışma fenolik içeriğin antioksidan kapasite ile korelasyonunu desteklemektedir. Mikrodalga destekli ekstraksiyon (500 W, 700 W) ve demleme yöntemleri arasında gözlenen farklılıklar (Şekil 1-4) ekstraksiyon kinetiği ve ısı-ile ilişkili bozunma/çözünürlük faktörlerine bağlanabilir: kısa süreli, yüksek güçlü mikrodalga uygulamaları bazı bileşiklerin daha verimli ekstraksiyonunu sağlarken aşırı ısı bazı hassas fenolik bileşikleri degrade edebilir; bu mekanizma literatürde mikrodalga-destekli ekstraksiyonun hem avantajlarını hem de potansiyel sınırlıklarını gösteren çalışmalarla uyumludur (BenchChem Technical Support Team., 2025). Tuz ilavesinin ekstraksiyon verimini etkilemesi iyonik güç, çözücü polaritesi ve bitki dokusu geçirgenliği gibi fizikokimyasal mekanizmalarla açıklanabilir; bu durum bazı tuzların fenolik bileşiklerin çözünürlüğünü artırırken bazılarının ilk etapta ekstraksiyonu olumsuz etkileyebileceğini düşündürmektedir.

Çalışmanın literatürdeki yeri ve sınırlılıkları şu şekilde ifade edilebilir: bulgu ve ilişkiler daha önce bildirilen çalışmalarla uyumludur (Aliyazıcıoğlu et al., 2017; Yadav et al., 2023), ancak bu çalışmada kullanılan stok konsantrasyonları, ekstraksiyon koşulları ve ölçüm protokollerindeki farklılıklar doğrudan kantitatif karşılaştırmalara olanak vermeyebilir. Ayrıca fenolik içerik tayininde Folin–Ciocalteu yöntemi diğer indirgen ajanlarla da reaksiyona girebildiğinden seçici olmayan bir tayin olabilir; bu nedenle spesifik fenolik bileşik profillerinin HPLC/MS veya HPLC-MS/MS ile doğrulanması için analizler gerekmektedir.

Sonuç olarak, *Cinchona officinalis* gövde kabuğu özütleri uygulanan ekstraksiyon yöntemlerine ve tuz ilavelerine bağlı olarak önemli antioksidan aktivite göstermiştir ve fenolik içerik bu aktivitenin temel belirleyicisi olarak görünmektedir; gelecek çalışmalarda fenolik bileşiklerin bileşen bazında tayini, mikrodalga parametrelerinin (güç, süre) sistematik optimizasyonu, elde edilen antioksidan aktivitelerin in vitro hücre modellerinde biyolojik etkinlik doğrulaması ve tuz etkisinin mekanistik açıklaması için kontrollü fiziko-kimyasal çalışmalar bu çalışmanın devamı niteliğinde daha net açıklayıcı bilgiler sunacaktır.

KAYNAKÇA

- Ahmad Mir, F., Khanday, Z. H., Dwivedi, B. K., Kumar, M., Sundaram, E. N., Khurana, A., & Manchandana, R. K. (2019). Pharmacognostic and Physico chemical standardization of Cinchona officinalis Linn.f. *Journal of Applied and Advanced Research*, 25–29. https://doi.org/10.21839/jaar.2019.v4i1.269
- Aliyazıcıoğlu, R., Akkaya, Ş., Korkmaz, N., Şener, S. Ö., Badem, M., Özgen, U., & Alpay Karaoğlu, Ş. (2017). *Onobrychis Oxyodonta'nın Topraküstü Kısmında Antioksidan, Antimikrobiyal ve Tirozinaz İnhibitör Aktivitesi*. http://www.fusabil.org

- Ayaz Seyhan, serap. (2019). DPPH Antioksidan Analizinin Yeniden Değerlendirilmesi. In *Batman University Journal of Life Sciences Batman Üniversitesi Yaşam Bilimleri Dergisi* (Vol. 9, Issue 2).
- BenchChem Technical Support Team. (2025). *Technical Support Center: Enhancing Microwave-Integrated Extraction of Cinchonine* (https://www.benchchem.com/product/b1669041#enhancing-the-efficiency-of-microwave-integrated-extraction-for-cinchonine, Trans.).
- Bharadwaj, K. C., Gupta, T., & Singh, R. M. (2018). Alkaloid group of Cinchona officinalis: structural, synthetic, and medicinal aspects. In *Synthesis of Medicinal Agents from Plants* (pp. 205–227). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102071-5.00009-X
- Doğmuş, D., & Durucasu, İ. (2013). Keten Tohumu Çeşitlerinin N-Bütanol Fraksiyonlarının Fenolik Bileşenlerinin Antioksidan Aktivitesi. *Journal of Science*, *9*(1), 47–56.
- Ochoa, G., Armijos, L., Figueroa, J. G., Jaramillo-Fierro, X., & Solano-Cueva, N. (2025). Optimization of Two Methods for the Rapid and Effective Extraction of Quinine from Cinchona officinalis. *Plants*, *14*(3). https://doi.org/10.3390/plants14030364
- Prieto, J. M. (2012). *Procedure: Preparation of DPPH Radical, and antioxidant scavenging assay*.
- Serrano, J. A. M., Ruíz, C. P., Fierro, I. M. F., & Fierro, J. M. (2019). Effect of culture medium on morphogenic processes in vitro in Cinchona officinalis L. *Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias*, *51*(1), 55–68.
- Vergara, A. J., Cieza-Tarrillo, D., Ocaña, C., Quiñonez, L., Idrogo-Vasquez, G., Muñoz-Astecker, L. D., Auquiñivin-Silva, E. A., Cruzalegui, R. J., & Arbizu, C. I. (2023). Current and Future Spatial Distribution of the Genus Cinchona in Peru: Opportunities for Conservation in the Face of Climate Change. *Sustainability (Switzerland)*, *15*(19). https://doi.org/10.3390/su151914109
- Yadav, R., Sahu, M., Yadav, P. K., Thakur, S. S., & Rathi, J. (2023). Phytochemical Estimation and Antioxidant Potential of Cinchona officinalis L. Stem Bark Extracts. *International Journal of Medical Sciences and Pharma Research*, *9*(2), 32–35. https://doi.org/10.22270/ijmspr.v9i2.65

Arum İtalicum BİTKİSİNİN YUMRUSUNUN YENİLEBİLİR VE YENİLEMEYEN KISIMLARININ ANTİBİYOFİLM ETKİSİ

Uğur KARDİL
Gümüşhane University, Gümüşhane University Vocational School of Health Services, Department of Medical Services and Techniques, 29000, Gümüşhane
ORCID: 0000-0002-1815-5081
Azer ÖZAD DÜZGÜN
Gümüşhane University, Faculty of Health Sciences, Department of Occupational Health and Safety, 29000, Gümüşhane
ORCID: 0000-0002-6301-611X
Zeynep AKAR
Gümüşhane University, Faculty of Health Sciences, Department of Occupational Health and Safety, 29000, Gümüşhane
ORCID: 0000-0001-9262-8070

ÖZET

Antibiyotik direnci, bakteriler arasında çoklu ilaç direncinin (MDR) artması ve her yıl yüz binlerce kişinin ölümüne neden olması nedeniyle giderek artan bir küresel sorun haline gelmektedir. *Acinetobacter baumannii*, tıbbi cihazlarla ilişkili çok sayıda enfeksiyondan sorumludur ve bu enfeksiyonların hepsi biyofilm oluşumuyla bağlantılıdır. Biyofilmler, hücre dışı bir matriste yaşayan, biyotik veya abiyotik yüzeylerde kolonize olan bakteri popülasyonlarıdır. Yüzyıllar boyunca insanlar, iyileştirici potansiyele sahip doğal biyoaktif bileşiklerini fark ederek, çok çeşitli sağlık sorunlarını gidermek için bitkileri tüketmişlerdir. *Arum italicum*, içerdiği maddeler nedeniyle sağlık sektöründe çeşitli hastalıkların tedavisinde kullanılır. Bu çalışmanın amacı, *A. italicum* bitki özütünün klinik antibiyotik dirençli *A. baumannii* izolatlarına karşı antibiyofilm etkisini kalitatif ve kantitatif olarak araştırmaktır. Antibiyofilmin kantitatif analizi yarı-kantitatif kristal viyole boyama yöntemi kullanılarak, kalitatif analiz ise Hava-Sıvı Arayüzey Testi kullanılarak gerçekleştirildi. *A. baumannii* izolatının güçlü biyofilm oluşturma kapasitesi belirlendi. *A. italicum*' un yenilebilir ve yenmeyen kısımlarının MİK değeri 10 mg/mL olarak belirlendi. Yenilebilir ve yenmeyen ekstrelerin yarı MİK değeri kullanılarak yapılan antibiyofilm deneylerinde, *A. baumannii*' nin güçlü biyofilm etkisinin ortadan kalktığı gözlendi. Elde edilen sonuçlara göre kalitatif ve kantitatif analizler birbirini desteklemektedir. Sonuç olarak, bitki özütünün *A. baumannii* biyofilm inhibisyonunda etkili olduğu ve bunun onu enfeksiyon kontrol stratejilerinde umut vadeden doğal bir ajan haline getirebileceği bulundu.

Anahtar Kelimeler: Antibiyofilm, Antimikrobiyal, *Arum italicum*

ANTIBIOFILM EFFECT OF EDIBLE AND NONEDIBLE PARTS OF TUBER OF *Arum italicum* PLANT

ABSTRACT

Antibiotic resistance is a growing global concern, as multidrug resistance (MDR) among bacteria is increasing and causing hundreds of thousands of deaths each year. A*cinetobacter baumannii* is responsible for a multitude of infections associated with medical devices and these infections are all linked to biofilm formation. Biofilms are bacterial populations that colonise biotic or abiotic surfaces, residing in an extracellular matrix. For centuries, people have consumed plants to address a broad spectrum of health concerns, recognizing their inherent bioactive compounds with healing potential. *Arum italicum* is used to treat various diseases in the health sector because of the substances it contains. The aim of this study was to investigate the antibiofilm effect of the *A. italicum* plant extract both qualitatively and quantitatively against clinical antibiotic resistant *A. baumannii* isolates. The quantitative analysis of the antibiofilm was conducted utilising the semi-quantitative crystal violet staining method, while the qualitative analysis was performed using the Air–Liquid Interface Assay. A strong biofilm formation capacity of *A. baumannii* isolate was determined. The MIC value of edible and nonedible parts of the *A. italicum* was determined as 10 mg/mL. In the antibiofilm experiments performed using half MIC value of edible and nonedible extracts, it was observed that the strong biofilm effect of *A. baumannii* was eliminated. According to the results obtained, qualitative and quantitative analyses supported each other. In conclusion, the plant extract was found to be effective in *A. baumannii* biofilm inhibition, which may make it a promising natural agent in infection control strategies.

Keywords: Antibiofilm, Antimicrobial, *Arum italicum*

1. INTRODUCTION

The widespread dissemination of multidrug-resistant (MDR) bacteria poses a significant threat to public health worldwide. Two of the most substantial resistance mechanisms are the excessive use of antibiotics and the development of a microbial biofilm. *Acinetobacter baumannii* is an aerobic, Gram-negative, coccobacillus-shaped bacterium that is one of the most common causes of hospital-acquired infections, which are also regarded as a critical public health issue. One of the most serious problems associated with this bacterium is its growing antibiotic resistance. The emergence of *A. baumannii* as the most difficult bacterium to control and treat in hospitals is a major concern (Abdelwahab et al. 2024). *A. baumannii* is responsible for a wide range of infections. These range in severity from those related to medical devices to

those affecting hospitalized patients. Biofilm formation has been linked to all of these infections (Gedefie et al. 2021). Biofilms are populations of bacteria that colonize surfaces, whether biotic or abiotic, and reside in an extracellular matrix. Biofilms confer three primary advantages on bacteria, including the ability to sequester essential elements and nutrients, withstand harsh conditions, evade the immune system of their host, and facilitate the transmission of antibiotic resistance genes (Hosseini et al. 2019). Therefore, biofilms play an instrumental role in the development of numerous chronic inflammatory diseases, thereby posing a grave threat to public health.

The therapeutic benefits of natural bioactive compounds found in plants have been acknowledged for centuries, and these compounds have been utilized in the treatment of numerous health concerns. Plant polyphenols constitute a substantial class of biologically active secondary plant metabolites. These substances are critical in resisting diverse microbial pathogens and protecting against free radicals and toxins (Slobodníková et al. 2016). The evaluation of plant compounds as potential treatment options for biofilm-related infections is of significant importance. Research has demonstrated that the *A. italicum* plant possesses a notable antioxidant capacity and is rich in phenolic compounds (Akar et al. 2021). However, research on the antibiofilm activity of this plant has been found to be insufficient. This study aims to investigate and evaluate the antibiofilm potential of the methanol extracts from the edible and nonedible parts of tuber of *A. italicum* plant using quantitative and qualitative research methods.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Preparation of plant extracts

The tuber parts of the *A. italicum* plant were collected in the Trabzon-Akçaabat province of Türkiye. The edible and nonedible parts of the tuber were separated from each other. After these parts were completely dried, they were ground into powder using a blender. Then, the extraction process was carried out using methanol for two hours on both the edible and nonedible parts. Filtration of the extracts was performed with passing filter papers and through a 0.45 syringe filter respectively. The solvents were then removed from the solutions using a rotary evaporator. Finally, a solution was prepared by adding methanol to reach a 20 mg/mL concentration of the edible and nonedible parts.

2.2. Antimicrobial activity

Both edible and nonedible parts of the plant were prepared into methanol extracts. The antimicrobial activities of the extracts were determined using the minimum inhibitory concentration. An antibiotic-resistant *A. baumannii* isolate was used in activity assays. The strain, which was passaged with a single colony, was inoculated into 3 mL LB medium and incubated at 37°C for 16 hours. Antimicrobial activity assays were then performed with overnight cultures at 1/100 dilutions and extracts at different concentrations. Assays were performed in 96-well plates in triplicate. After overnight incubation, the MIC value was determined (Çimen and Düzgün 2021).

2.3. Investigation of antibiofilm properties of extracts

After determining the MIC values of the extracts, half MIC values were used in antibiofilm activity assays. The antibiofilm activities of the extracts against *A. baumannii* isolate, which has strong biofilm-forming capacity, were investigated. An overnight culture of the isolate was prepared in 3 mL of medium. A 1/100 dilution of the overnight culture and 1/2 MIC values of the extracts were incubated in 96-well plates at 37°C overnight. After incubation, the plate was washed with distilled water, and 200 microliters of 1% crystal violet was added to the wells and incubated for 20 min. The plate was washed with distilled water and left to dry at room temperature. Then, 200 microliters of ethanol was added to the wells, and readings were taken on a spectrophotometer at 600 nm wavelength. *E. coli* Dh5@ was used as the control strain (Çimen and Düzgün 2021).

2.4. Air–Liquid Interface Assay

The evaluation of the liquid-gas interface was conducted using a MIC value of 1/2. The Coverslips positioned within the designated Petri dishes, followed by the addition of the extracts and prepared bacterial cultures. The samples were cultivated at 37°C for a 24-hour period. Subsequent to the inoculation, the surfaces of the coverslips were meticulously cleansed with distilled water, and each coverslip was subsequently treated with a 0.1% crystal violet solution. The samples were subjected to at room temperature duration of 20 minutes. Thereafter, the samples were washed three times with distilled water and subsequently allowed to dry. The Coverslips were examined light microscope and imaged using a digital camera (Akar et al. 2024).

3. RESULTS AND DISCUSSION

The antimicrobial and antibiofilm activities of methanol extracts from both edible and inedible plant parts were investigated against an antibiotic-resistant *A. baumannii* isolate. Antibiofilm activity was assessed against the control strain (Ac):

1. If Ac > A, it was considered negative.
2. If Ac < A < 2Ac, it was considered weak.
3. If 2Ac < A < 4Ac, it was considered moderate.
4. If A > 4Ac, it was considered strong.

The MIC value of both parts was determined as 10 mg/mL. The antibiofilm activities of the extracts at a concentration of 5 mg/mL were investigated against *A. baumannii* isolates with strong biofilm formation capacity. It was observed that both extracts reduced the strong biofilm formation capacity of *A. baumannii* to negative (Table 1). Furthermore, both the qualitative and quantitative antibiofilm test results supported each other (Fig. 1).

Table 1. Antibiofilm results of extracts

Strain	OD
A.baumannii	0.7094
A.baumannii + Edible extract	0.0594
A.baumannii + Nonedible extract	0.0529
E. coli Dh5@	0.0660

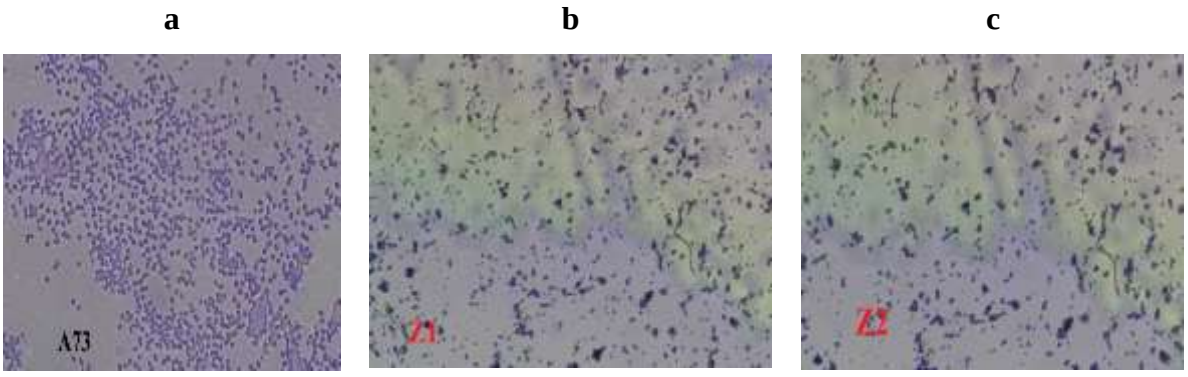


Fig. 1 Light microscope images of biofilm formation of the *A. italicum* edible and nonadible parts a: *A.baumanii*, b; *A. baumanii* + edible extract, c; *A. baumannii* + nonedible extract

In 2021, Akar et al. determined the phenolic content and antioxidant activities of methanolic and aqueous extracts obtained from the edible and nonedible parts of the tuber of the *Arum italicum* plant, and found that the nonedible tuber of the *A. italicum* plant showed higher antioxidant activity than the edible part consumed as food (Akar et al. 2021). In 2022, Ağalar et al. determined the synergistic activities of fractions of *A. italicum* tuber extract against human pathogens using the microdilution method with ciprofloxacin. According to their results, the tested fractions showed seven synergistic interactions, ten additive interactions, and four ineffective interactions with ciprofloxacin (Ağalar et al. 2022). In a 2021 study, the antimicrobial, antibiofilm, and cytotoxic activities of *Arum italicum* Miller leaves were investigated, and the report indicated that the extracts possessed antimicrobial and antibiofilm activity (Hacıoğlu et al. 2021). The study also indicated that *A. italicum* extracts could be used as antimicrobial, antibiofilm, and anticancer agents (Hacıoğlu et al. 2021). In a separate study, the antibacterial activity of two different extracts of fresh leaves of *Arum italicum* Miller was investigated, and researchers reported that saponin content highlighted the antimicrobial activity (Ulusoylu and Gürbüz 2022). Similar to the literature, this study demonstrated that both parts of the plant have an effect on the biofilm-forming capacity of pathogens.

CONCLUSION

In conclusion, although the inedible tuberous part tastes bad, it can be consumed as food and used for therapeutic purposes in alternative medicine, as reported by Akar et al. (2022), and the fact that both the edible and inedible parts of the plant have antibiofilm activity shows that the studies are consistent with each other. Antibiotic resistance and the high biofilm-forming capacity of these resistant microorganisms are among the most significant problems threatening public health. Therefore, many researchers continue their work in developing new strategies to combat antibiotic resistance and investigating natural or synthetic antibacterial compounds. Consequently, every study in this field contributes to the literature.

REFERENCES

Abdelwahab, M. A., Nabil, A., El-Hosainy, H., Tahway, R., & Taha, M. S. (2024). Green synthesis of silver nanoparticles using curcumin: A comparative study of antimicrobial and antibiofilm effects on Acinetobacter baumannii against chemical conventional methods. *Results in Chemistry*, *7*, 101274.

Ağalar, H. G., Öztürk, G., & Kırımer, N. (2022). Arum italicum Miller tuber extracts: evaluation of synergistic activities with ciprofloxacin against some pathogens. *European Journal of Life Sciences*, *1*(3), 97-106.

Akar, Z., Demir, Ç., Alkan, O., Can, Z., & Akar, B. (2021). LC–MS/MS and RP–HPLC–UV analysis and antioxidant activities of *Arum italicum* Miller edible and nonedible tuber parts. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, *6*(3), 294-301.

Akar, Z., Akay, S., Ejder, N., & Özad Düzgün, A. (2024). Determination of the cytotoxicity and antibiofilm potential effect of Equisetum arvense silver nanoparticles. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, *196*(2), 909-922.

Çimen, M., & Düzgün, A. Ö. (2021). Antibiotic induced biofilm formation of novel multidrug resistant Acinetobacter baumannii ST2121 clone. *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica*, *68*(2), 80-86.
Gedefie, A., Demsis, W., Ashagrie, M., Kassa, Y., Tesfaye, M., Tilahun, M., ... & Sahle, Z. (2021). *Acinetobacter baumannii* biofilm formation and its role in disease pathogenesis: a review. *Infection and drug resistance*, 3711-3719.
Hacıoğlu, M., Hacıosmanoğlu, E., Kulaksız, B., Alpınar, K., & Birteksöz Tan, A. S. (2021). In Vıtro Antımıcrobıal, Antıbıofilm And Cytotoxıc Actıvıtıes Of The Extracts Of Arum Italıcum Mıller Leaves.
Hosseini, A., Nejadsattari, T., & Zargar, M. (2019). In vitro anti-biofilm activity of curcumin nanoparticles in Acinetobacter baumannii: a culture-based and molecular approach. *Archives of Clinical Infectious Diseases*, *14*(4).
Slobodníková, L., Fialová, S., Rendeková, K., Kováč, J., & Mučaji, P. (2016). Antibiofilm activity of plant polyphenols. *Molecules*, *21*(12), 1717.
Ulusoylu-dumlu, M., & Gürbüz, B. (2022). The Cytotoxicity and the Antimicrobial Activities of Arum italicum Miller. *Journal of Research in Pharmacy*, *26*(4), 992-996.

TİROİD KARSİNOMUNDA SOD2 GEN EKSPRESYONUNUN KLİNİK PARAMETRELERE GÖRE DEĞERLENDİRİLMESİ: UALCAN TABANLI İN SİLİCO ÇALIŞMA

Dr. Öğr. Üyesi Lütfiye KARCIOĞLU BATUR
Biruni University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Moleculer Biology and Genetics
ORCID: 0000-0002-4803-9137
Öğr. Gör. Mirsajjad ESLAMKHAH TAGHIZAD
Biruni University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Moleculer Biology and Genetics
ORCID: 0000-0002-7910-3461
Eda TÜRKYILMAZ
Biruni University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Moleculer Biology and Genetics
ORCID: 0009-0007-0672-3866
Elif Sude TİKEN
Biruni University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Moleculer Biology and Genetics
ORCID: 0009-0002-9932-3207
Leyla HÜSEYNOVA
Biruni University, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Moleculer Biology and Genetics
ORCID: 0009-0008-3948-4838

ÖZET

Hormon biyosentezi sürecinde yoğun miktarda hidrojen peroksit üretilmesi nedeniyle tiroid dokusu, fizyolojik olarak belirgin oksidatif stres maruziyeti altında bulunan bir endokrin organdır (1). Oksidatif dengenin bozulması ve reaktif oksijen türlerinin aşırı birikimi, tümörleşme sürecini kolaylaştırabilir (2,3,4). Mitokondride süperoksit radikalini detoksifiye eden SOD2 enzimi, tiroid hücrelerinde redoks homeostazının korunmasında kritik rol oynar (5). Ancak SOD2'nin tiroid kanserinde çift yönlü davranış gösterebildiği; düşük ekspresyonunun tümörleşmeyi kolaylaştırabileceği, bazı ileri evrelerde ise artmış ekspresyonun hücrenin oksidatif stres toleransını destekleyebileceği öne sürülmektedir (6). Bu in silico çalışmada, TCGA-THCA verileri UALCAN aracılığıyla analiz edilmiş ve normal tiroid dokusunda SOD2 ekspresyonunun tümör dokusuna göre belirgin şekilde daha yüksek olduğu görülmüştür. SOD2 azalmasının tümör evrelerinde benzer düzeyde seyretmesi, baskılanmanın erken dönemde ortaya çıktığını ve ilerleyici olmadığını düşündürmektedir. Yaş ve cinsiyete bağlı belirgin bir fark saptanmamış; yüksek SOD2 ekspresyonuna sahip hastaların daha iyi sağkalım gösterdiği belirlenmiştir. Promotör metilasyonunun tümör dokusunda anlamlı şekilde artmış olması, SOD2 baskılanmasının epigenetik mekanizmalarla ilişkili olabileceğini desteklemektedir. Bu sonuçlar, SOD2'nin tiroid karsinogenezinde önemli bir moleküler belirteç olabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Tiroid karsinomu, SOD2, oksidatif stres, reaktif oksijen türleri (ROS)

EVALUATION OF SOD2 GENE EXPRESSION IN THYROID CARCINOMA ACCORDING TO CLINICAL PARAMETERS: UALCAN-BASED IN SILICO STUDY

ABSTRACT

Thyroid tissue is an endocrine organ physiologically exposed to significant oxidative stress due to the intense production of hydrogen peroxide during hormone biosynthesis (1). Disruption of oxidative balance and excessive accumulation of reactive oxygen species can facilitate the tumorigenesis process (2,3,4). The SOD2 enzyme, which detoxifies superoxide radicals in the mitochondria, plays a critical role in maintaining redox homeostasis in thyroid cells (5). However, it has been suggested that SOD2 may exhibit dual behavior in thyroid cancer; its low expression may facilitate tumorigenesis, while increased expression in some advanced stages may support the cell's oxidative stress tolerance (6). In this in silico study, TCGA-THCA data were analyzed using UALCAN, revealing that SOD2 expression in normal thyroid tissue was significantly higher than in tumor tissue. The consistent reduction in SOD2 expression across tumor stages suggests that suppression occurs early and is not progressive. No significant difference was observed based on age and gender; patients with high SOD2 expression were found to have better survival. The significant increase in promoter methylation in tumor tissue supports the possibility that SOD2 suppression may be related to epigenetic mechanisms. These results indicate that SOD2 may be an important molecular marker in thyroid carcinogenesis.

Keywords: Thyroid carcinoma, SOD2, oxidative stress, reactive oxygen species (ROS)

GİRİŞ

1. Tiroid Hücresinde Oksidatif Stres Kaynağı

Tiroid hormonlarının biyosentezi sırasında gerçekleşen çok aşamalı biyokimyasal süreçler nedeniyle tiroid dokusu, fizyolojik olarak belirgin bir oksidatif stres yükü altında çalışan bir organdır. Tiroid hormonlarının üretimi; tiroglobulin üzerindeki tirozin kalıntılarının iyodinasyonu, iyotun oksidasyonu ve kuplaj reaksiyonları gibi çok sayıda redoks basamağını içerir. Bu reaksiyonların büyük bölümü tiroid peroksidaz (TPO) enzimi tarafından gerçekleştirilir ve yüksek miktarda hidrojen peroksit (H_2O_2) üretimi gerektirir (7). H_2O_2 üretiminin tiroid hücrelerinde diğer dokulara kıyasla çok daha fazla olduğu bilinmektedir; bu nedenle tiroid dokusunun reaktif oksijen türleri (ROS) açısından zengin bir mikrosite oluşturduğu gösterilmiştir (8,9). Tiroid hormonlarının sentezlenmesindeki görevine ek olarak H_2O_2, tüm canlı hücrelerinde üretilen ve stres yanıtı, anjiyogenez ile hücre proliferasyonu gibi işlevlerin redoksa bağlı kontrolünde yer alan bir moleküldür (10).

2. Oksidatif Strese Bağlı Hücresel Hasar

Tiroid hücrelerinde oluşan yüksek oksidan üretimi kontrol altında tutulmadığında ciddi moleküler hasarlara oluşturabilir. Aşırı ROS birikimi; lipit peroksidasyonuna, protein oksidasyonuna ve DNA'da baz modifikasyonlarına neden olarak hücresel bütünlüğü bozar (11,12,13). Hücrelerin dediferansiyasyonunu hızlandırabilen bu süreç tiroglobulin ve iyot tutulumunu azaltabilir sonucunda tümörleşme sürecini kolaylaştırabilir. Ayrıca BRAF mutasyonu gibi genetik değişiklikler oksidatif stres yükünü daha da arttırarak tümör agresifliğini etkileyebilir (14,15,16). Yüksek oksidatif yükün oluşturduğu zararı engellemek üzere tiroid hücreleri güçlü antioksidan savunma mekanizmaları geliştirmiştir. Antioksidan mekanizmaların temel amacı ROS'un hücrede birikmesini önlemek ve redoks homeostazis adı verilen oksidan-antioksidan dengesini korumaktır (17). Pro-oksidan maddeler ile antioksidan savunma arasındaki dengenin bozulması, redoks sinyallemesinin bozulmasına ve hücresel kontrol mekanizmalarının aksamasına yol açar. Bu nedenle H_2O_2; hücre çoğalması, DNA hasarının oluşması ve apoptozun baskılanması gibi tiroid nodülleri ve tiroid kanserinin gelişimiyle ilişkili süreçlerde etkili kabul edilmektedir. Buna bağlı olarak, ROS üretiminden sorumlu tiroid enzimlerinin yalnızca normal işleyişte değil, patofizyolojik durumlarda da hatta bazı çalışmalara göre cinsiyete özgü olarak rol oynayabileceği öne sürülmektedir. Bu nedenle tiroidde ROS üretimi ve detoksifikasyon yollarını düzenleyen mekanizmaların daha detaylı biçimde aydınlatılması gerekmektedir (18).

3. SOD2'nin Rolü ve Çift Yönlü Davranışı

Antioksidan savunmanın tiroid hücrelerindeki önemli bileşeni mitokondride enerji üretimi sırasında oluşan süperoksit radikalinin detoksifikasyonundan sorumlu enzimlerdir. Mitokondride bulunan SOD2 (superoxide dismutase 2) enzimi süperoksit radikallerini daha az zararlı hale dönüşmesini sağlayarak hücresel redoks dengesinin korunmasında kritik bir rol oynamış olur (19). Düşük SOD2 ekspresyonunda mitokondride ROS birikir, bu durum DNA hasarını artırıp tümörleşmeyi kolaylaştırabilir. Ancak bazı ileri evre tiroid kanserlerinde SOD2'nin yükseldiği ve bu artışın hücrelerin oksidatif stresle başa çıkmasını sağlayarak tümörün canlılığını destekleyebileceği düşünülmektedir. Bu karşıt etkiler nedeniyle SOD2'nin tiroid kanserinde hem koruyucu hem de tümörü besleyici bir rol oynayabileceği öne sürülmektedir (20,21).

4.Tiroid Kanserinin Genetik Temelleri ve Moleküler Alt Tipler

Tiroid kanseri, endokrin sistemin en yaygın görülen malign tümörü olup görülme oranı son zamanlarda belirgin biçimde giderek artmaktadır. Hastalığın görülme sıklığındaki yükselişin,

çevresel ve genetik etkenlerin etkileşimine bağlı gerçekleştiği düşünülmektedir. Özellikle moleküler genetik alanındaki ilerlemeler, tiroid kanserlerinin meydana gelmesinde etkili olan temel hücresel mekanizmaların daha ayrıntılı anlaşılmasını katkı sağlamış; farklı tümör tiplerinin kendine özgü mutasyon profilleri belirlenmiştir(22,23). Tiroid dokusuna zarar veren iyonizan radyasyon, iyot metabolizmasındaki bozukluklar ve farklı çevresel faktörler, DNA hasarı yoluyla tümör oluşumuna katkıda bulunabilmektedir. Bunun yanı sıra genetik yatkınlığın rolü de giderek daha fazla önem kazanmıştır. Özellikle hücre proliferasyonu, sinyal iletimi ve apoptozla ilişkili genlerdeki değişiklikler, tiroid kanserine özgü moleküler anormallikler olarak tanımlanmaktadır (24). Çeşitli tiroid kanseri alt tiplerinin kendilerine özgü genetik profillerinin belirlenmesi, hem hastalığın biyolojik davranışını açıklamakta hem de tanı ve tedavi stratejilerinin kişiselleştirilmesine imkân sağlamaktadır. Papiller tiroid kanserinde yaygın olarak rastlanan BRAF ve RET/PTC değişiklikleri, folliküler tipte RAS mutasyonları ve PAX8/PPARγ yeniden düzenlenmeleri, tümör oluşumunda temel mekanizmalar olarak tanımlanmaktadır. Bu genetik farklılıkların tanımlanması, tiroid kanserlerinin sınıflandırılmasını netleştirmiş ve prognostik değerlendirmeleri güçlendirmiştir (25).

5. YÖNTEM

5.1. Veri Kaynağı ve Çalışma Tasarımı

Bu in silico çalışmada, TCGA- Tiroid Karsinomu (TCGA-THCA) kohortunu temel alan ve UALCAN portalı üzerinden erişilebilen herkese açık transkriptomik ve klinikopatolojik veri setleri kullanmıştır. UALCAN, tiroid kanseri, endokrin sistemin en yaygın görülen malign tümörü olup görülme oranı son zamanlarda belirgin biçimde giderek artmaktadır. Hastalığın görülme sıklığındaki yükselişin, çevresel ve genetik etkenlerin etkileşimine bağlı gerçekleştiği düşünülmektedir. Özellikle moleküler genetik alanındaki ilerlemeler, tiroid kanserlerinin meydana gelmesinde etkili olan temel hücresel mekanizmaların daha ayrıntılı anlaşılmasını katkı sağlamış; farklı tümör tiplerinin kendine özgü mutasyon profilleri belirlenmiştir (22,23). Tiroid dokusuna zarar veren iyonizan radyasyon, iyot metabolizmasındaki bozukluklar ve farklı çevresel faktörler, DNA hasarı yoluyla tümör oluşumuna katkıda bulunabilmektedir. Bunun yanı sıra genetik yatkınlığın rolü de giderek daha fazla önem kazanmıştır. Özellikle hücre proliferasyonu, sinyal iletimi ve apoptozla ilişkili genlerdeki değişiklikler, tiroid kanserine özgü moleküler anormallikler olarak tanımlanmaktadır (24). Çeşitli tiroid kanseri alt tiplerinin kendilerine özgü genetik profillerinin belirlenmesi, hem hastalığın biyolojik davranışını açıklamakta hem de tanı ve tedavi stratejilerinin kişiselleştirilmesine imkân sağlamaktadır. Papiller tiroid kanserinde yaygın olarak rastlanan BRAF ve RET/PTC değişiklikleri, folliküler

tipte RAS mutasyonları ve PAX8/PPARγ yeniden düzenlenmeleri, tümör oluşumunda temel mekanizmalar olarak tanımlanmaktadır. Bu genetik farklılıkların tanımlanması, tiroid kanserlerinin sınıflandırılmasını netleştirmiş ve prognostik değerlendirmeleri güçlendirmiştir (25). Normalize edilmiş RNA-sekans verilerinin yanında demografik bilgiler, tümör evreleri ve promotör metilasyonuna ilişkin kapsamlı veri sunmaktadır. Tüm veriler anonimleştirilmiş ve kamuya açık olduğundan çalışmanın etik onaya ihtiyacı bulunmamıştır.

5.2. Gen Ekspresyon Analizi

SOD2 genine ait log2-dönüştürülmüş TPM değerleri, UALCAN'ın TCGA gen analizi modülünden elde edilmiştir. Normal tiroid dokuları ile primer tümör örnekleri, platformun sunduğu iki örneklemli Student *t*-testi kullanılarak karşılaştırılmış ve UALCAN'dan indirilen CSV formatındaki dağılım değerleri (düşük, Q1, medyan, Q3, yüksek) veri tutarlılığını doğrulamak için kontrol edilmiştir.

5.3. Promotör Metilasyon Analizi

SOD2 genine ait promotör metilasyonu, UALCAN'ın Illumina 450K metilasyon modülünden alınmıştır. Normal ve tümör dokuları arasındaki β-değerleri UALCAN'ın sunduğu *t*-testi altyapısı kullanılarak karşılaştırılmıştır. Ayrıca SOD2'nin epigenetik konumunu daha iyi anlamlandırmak için en yüksek metilasyon ve en az metilasyon gösteren 25 genin ısı haritaları eklendi.

5.4. Klinik Alt Grup Sınıflandırması

SOD2 ekspresyonunun klinik değişkenlerle ilişkisini incelemek amacıyla hastalar tümör evresine (I–IV), cinsiyete (erkek–kadın) ve yaş grubuna (<40 ve ≥ 40) göre sınıflandırılmıştır. UALCAN'dan indirilen ilgili CSV ve PNG dosyaları, alt grupların dağılımlarının uygunluğunu değerlendirmek için kullanılmıştır.

5.5. Sağkalım Analizi

Genel sağkalım (OS) analizi, UALCAN'ın Kaplan–Meier modülü aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Hastalar, SOD2 ekspresyonunun medyan değeri temel alınarak yüksek ve düşük ekspresyon gruplarına ayrılmıştır. Mantel–Cox log-rank testi istatistikleri ve hazard oranları, platform üzerinde gerçekleştirilen Kaplan–Meier analizlerinden elde edilmiştir. Aynı zamanda ırka göre ayrılmış sağkalım eğrileri de demografik farklılıkları değerlendirmek üzere incelenmiştir.

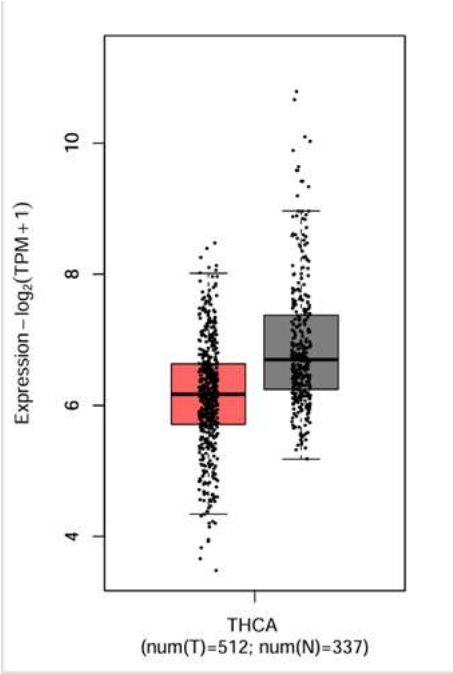
5.6. Veri İşleme ve Görselleştirme

Veritabanlarından elde edilen görseller herhangi bir değişiklik yapılmadan kullanılmıştır. Tüm analizlerde istatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edilmiştir.

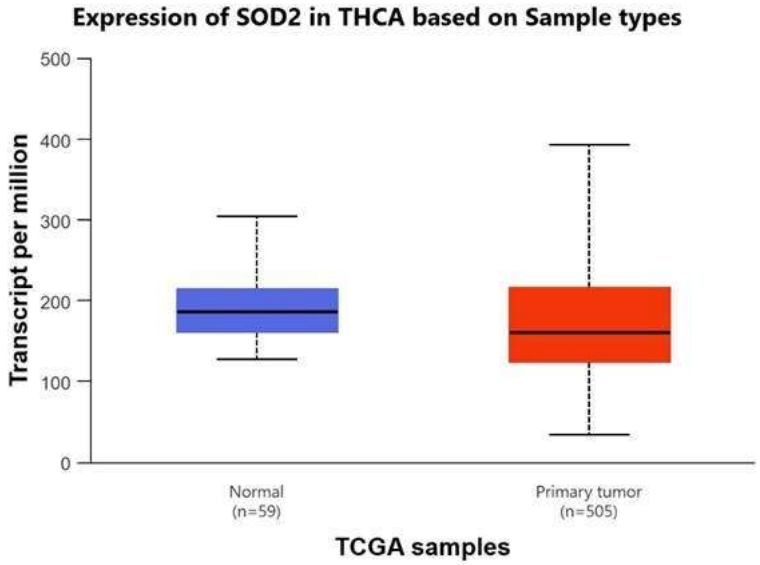
6. BULGULAR

6.1. Normal Doku ve Primer Tümörler Arasında SOD2 Ekspresyon Farklılığı

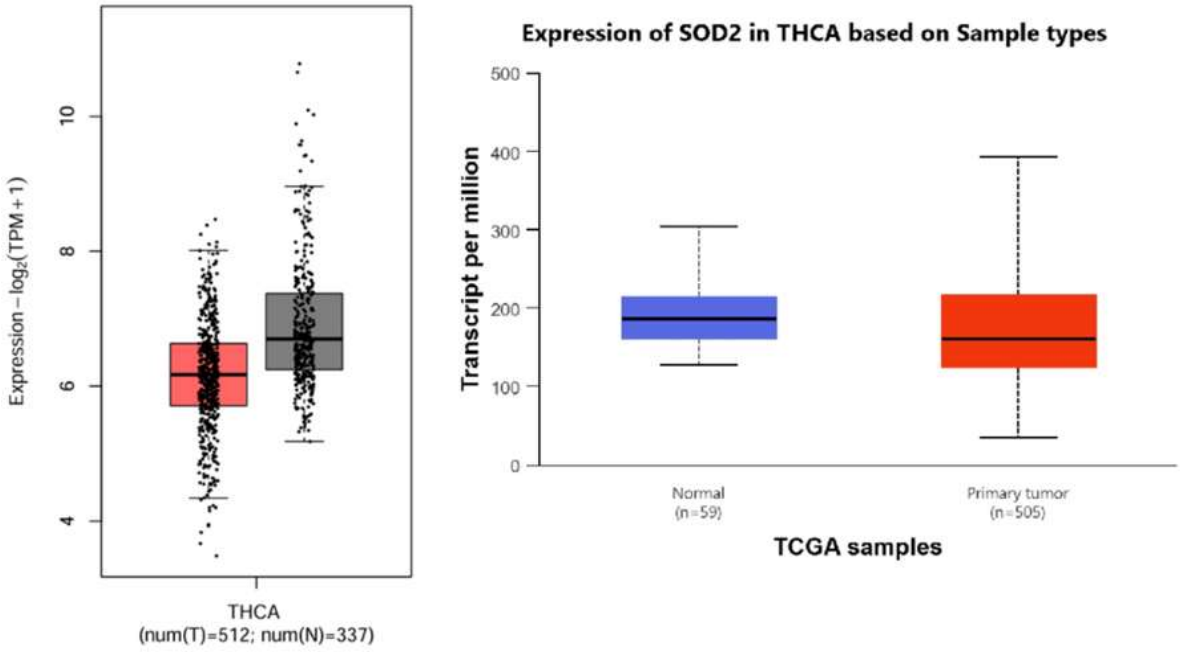
Normal tiroid dokuları ile primer tiroid tümörleri karşılaştırıldığında, SOD2 mRNA düzeylerinin tümör grubunda belirgin biçimde azalmış olduğu görülmüştür (şekil 1 A,B). Normal dokulardaki daha yüksek medyan değer ve daha sınırlı dağılım aralığı, sağlıklı tiroid hücrelerinde SOD2 ekspresyonunun fizyolojik olarak sıkı bir şekilde düzenlendiğini göstermektedir. Buna karşılık tümörlü dokularda gözlenen daha düşük medyan ve genişleyen dağılım aralığı, tümöral hücre popülasyonunda oksidatif stres yanıtının heterojenleştiğini ve antioksidan savunma yollarında erken dönemde bir bozulma meydana geldiğini düşündürmüştür. Bu dağılım paterninin genel yönelimi, SOD2 downregülasyonunun tiroid karsinogenezinin başlangıcında ortaya çıkan temel bir transkripsiyonel olay olabileceğini desteklemektedir.



Şekil 1A. GEPIA 2'den alınan veriler



Şekil 1B. UALCAN'dan alınan veriler

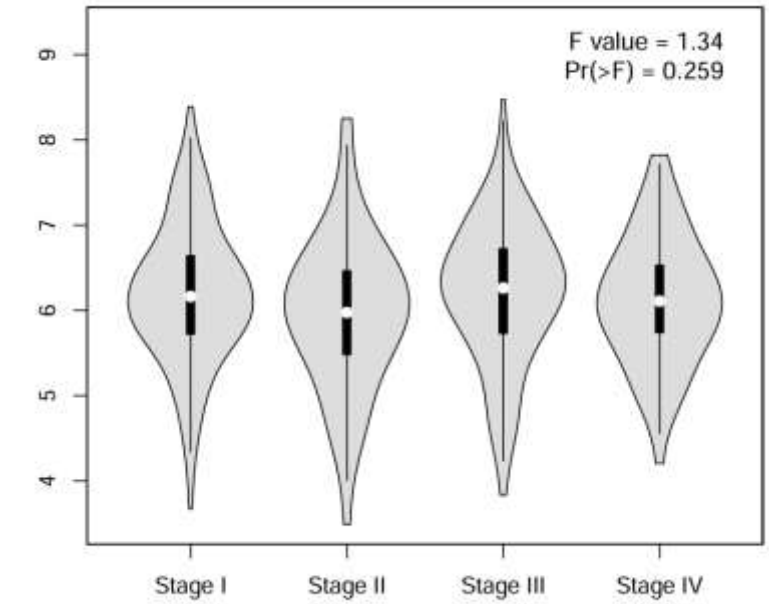


Şekil 1 A,B: Normal tiroid dokusu ve primer tümörler arasında SOD2 ekspresyonunun karşılaştırılması.

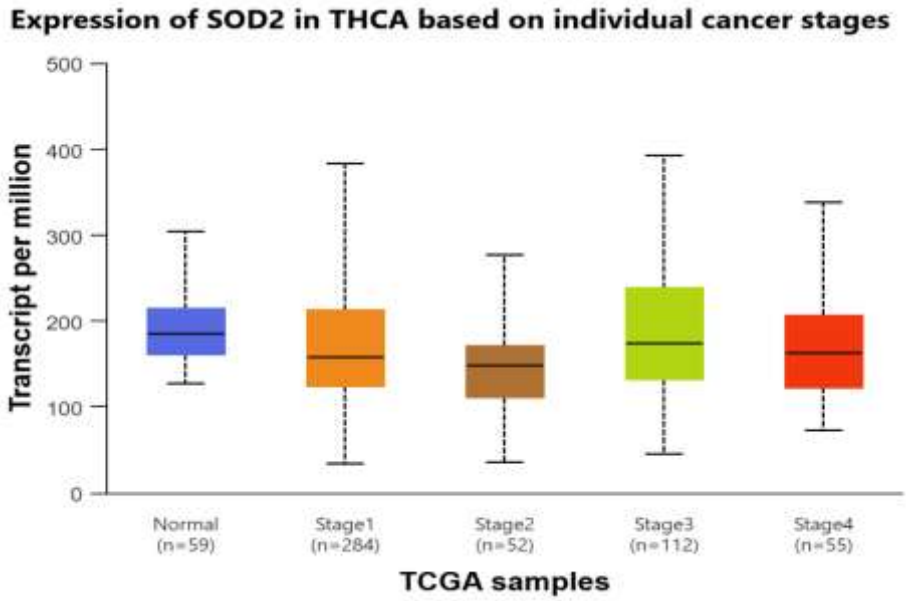
6.2. Tümör Evreleri Arasında SOD2 Ekspresyon Farklılığı

Tümör örnekleri evrelere (I–IV) göre incelendiğinde seyrettiği, SOD2 ekspresyonundaki azalışın tüm evrelerde benzer düzeyde ve evre ilerledikçe anlamlı bir artış veya herhangi ilave bir düşüş göstermediği anlaşılmaktadır. Evreler arasında gözlenen bu istikrarlı düşük ekspresyon paterni, SOD2 baskılanmasının tümör ilerlemesi sırasında gelişen sekonder bir

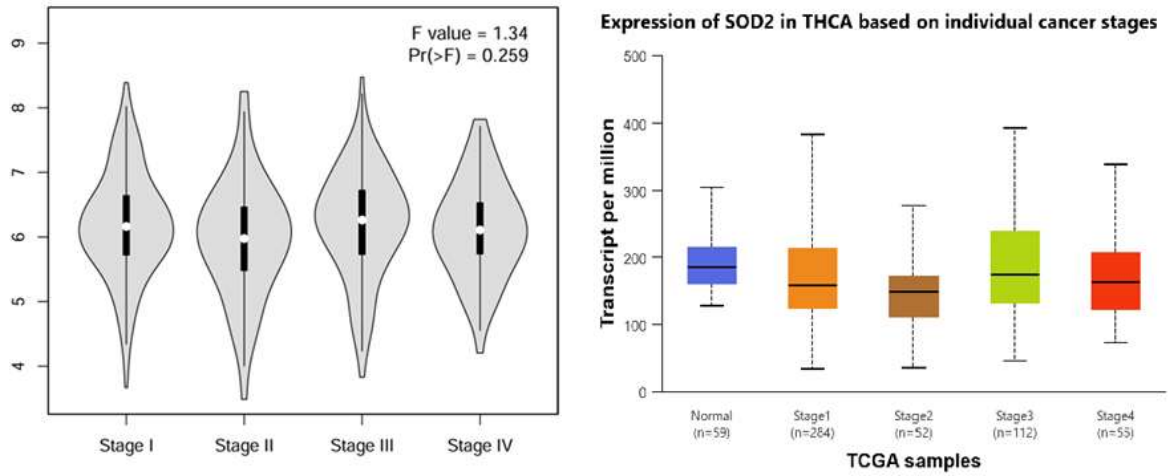
değişiklik değil malign transformasyonun erken basamaklarında yerleşen ve tüm evreler boyunca korunan bir moleküler özellik olduğunu göstermektedir. Bu bulgular birlikte incelendiğinde, SOD2 ekspresyonundaki belirgin ve evre-bağımsız azalışın tiroid tümörlerinin redoks dengesinin yeniden düzenlenmesinde merkezi bir role sahip olabileceği ve oksidatif stres temelli tümör biyolojisinin temel bir göstergesi olabileceği değerlendirilmektedir (Şekil 2 A,B).



Şekil 2 A: GEPIA 2'den alınan veriler



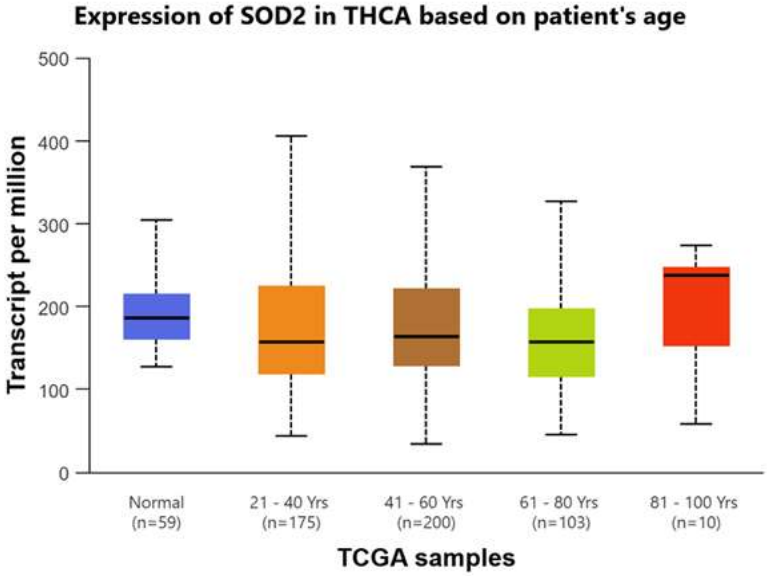
Şekil 2 B: UALCAN'dan alınan veriler



Şekil 2 A,B: Kanser evrelerine göre SOD2'nin ekspresyon seviyesinin UALCAN ve GEPIA 2'de karşılaştırılması.

6.3. Farklı yaş gruplarındaki hastalarda SOD2 ekspresyon düzeyleri

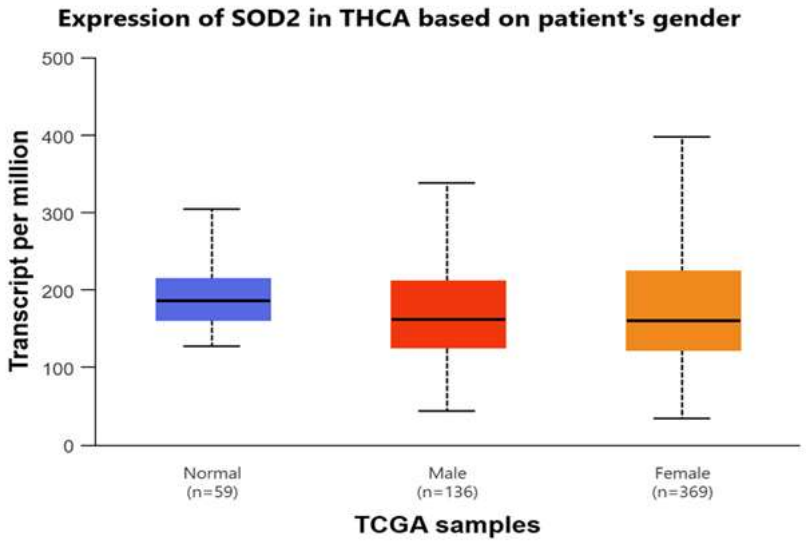
Grafik incelendiğinde, 40 yaş altı ve 40 yaş üzeri hasta gruplarında SOD2 ekspresyon dağılımlarının birbirine oldukça yakın seyrettiği ve medyan düzeylerde anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir. Normal dokular daha yüksek ve dar bir dağılım gösterse de, tümör örneklerinde 40 yaş eşiği hem varyasyon hem de merkezî eğilim açısından anlamlı bir kırılmaya işaret etmemektedir. Bu bulgular, SOD2 ekspresyonunun tiroid karsinomunda yaş kategorilerinden bağımsız bir biçimde korunduğunu desteklemektedir (şekil 3).



Şekil 3. Genç ve ileri yaş hasta gruplarında SOD2 ekspresyonu.

6.4. Cinsiyete Bağlı SOD2 Ekspresyon Farklılıkları

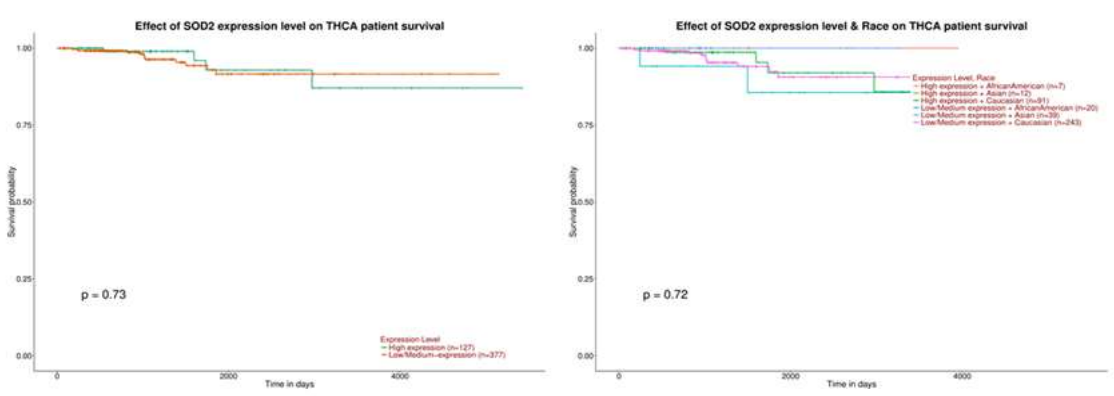
Grafiğe bakıldığında erkek ve kadın hastalar arasında SOD2 ekspresyonu açısından anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Her iki cinsiyette de tümör dokularında SOD2 düzeylerinin benzer biçimde baskılandığı görülmektedir medyan değerler ve dağılım aralıkları cinsiyetler arasında belirgin bir ayrışma göstermemektedir (şekil 4).



Şekil 4. Erkek ve kadın hastalarda SOD2 ekspresyon düzeyleri.

6.5. SOD2 Ekspresyonu ile İlişkili Sağkalım Sonuçları

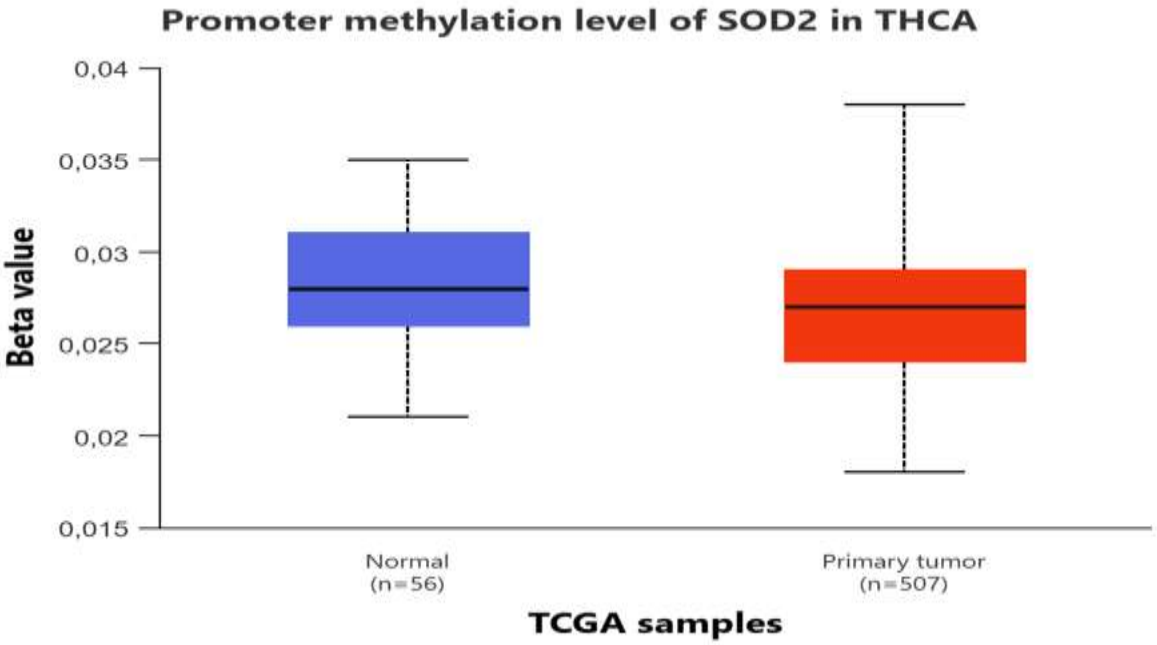
Yüksek SOD2 ekspresyonuna sahip hastaların genel sağkalım analizinde, düşük veya orta düzeyde ekspresyon gösteren hastalara kıyasla daha iyi bir sağkalım olasılığı sergilediği görülmektedir. Eğrilerin takip süresi boyunca benzer şekilde ayrışmaya devam etmesi, yüksek SOD2 düzeylerinin hastaların uzun vadeli sağkalımına olumlu katkıda bulunabileceğini düşündürmektedir. Bu eğilim ırksal alt gruplar incelendiğinde de benzer şekilde gözlenmiştir. Farklı ırk kategorileri arasında küçük değişiklikler bulunsa da, yüksek SOD2 ekspresyonuna sahip hastaların sağkalım açısından genel olarak daha avantajlı bir konumda olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum, SOD2 ile sağkalım arasındaki ilişkinin belirli bir etnik gruba özgü olmayıp farklı demografik gruplar arasında da tutarlı biçimde izlendiğini göstermektedir (şekil 5).



Şekil 5 A,B. Tiroid karsinomunda SOD2 ekspresyonuna ilişkin Kaplan-Meier sağkalım analizi.
5A. Yüksek ve düşük SOD2 ekspresyon gruplarının genel sağkalım eğrileri.
5B. SOD2 ekspresyonu ile ırkın birleşik etkisini değerlendiren ırka göre tabakalandırılmış sağkalım eğrileri.

6.6. SOD2'nin Promotör Metilasyon Düzeyi

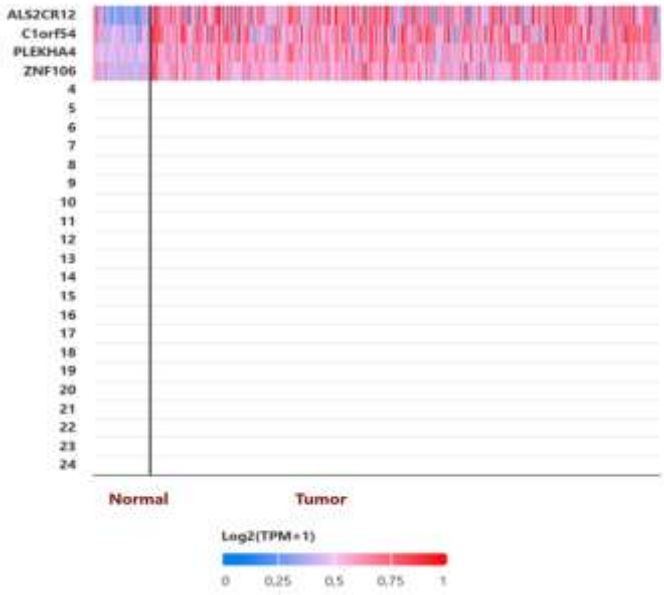
SOD2 geninin promotör bölgesindeki metilasyon seviyeleri, tümör örneklerinde normal tiroid dokusuna kıyasla belirgin biçimde daha yüksek bulundu. Bu bulgu, SOD2 geninin ekspresyonunun baskılanmasında metilasyonun önemli rol oynadığını ve tümör gelişiminde genin susturulmasının büyük olasılıkla metilasyon aracılığıyla gerçekleştiğini desteklemektedir. Yani, SOD2 promotör metilasyonu, tiroid tümörlerinde gen ekspresyonunun azalmasının olası mekanizmalardan biri olarak değerlendirilebilir.



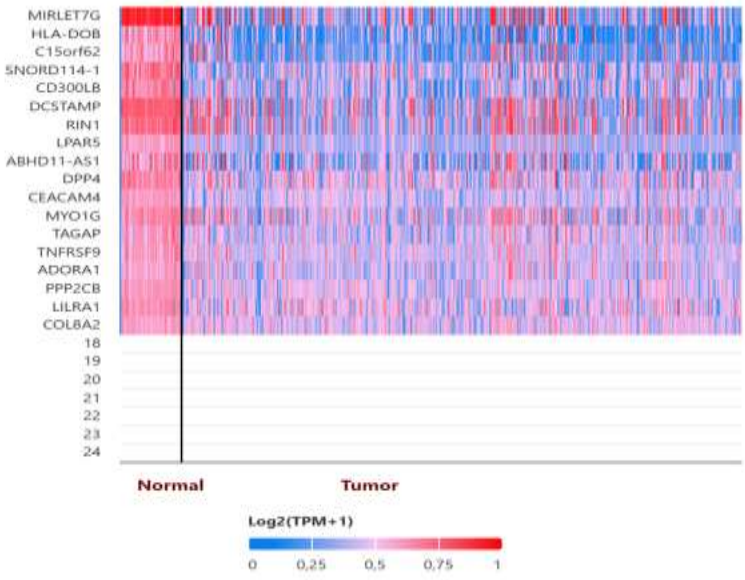
Şekil 6.SOD2 promotör metilasyon karşılaştırılması.

6.7. SOD2'nin Epigenetik Bağlamı: Hiper- ve Hipometilasyonlu Gen Profilleri

SOD2'nin Epigenetik Bağlamı: Hiper- ve Hipometile Gen Profilleri En yüksek metilasyon artışı (hipermetilasyon) ve azalışı (hipometilasyon) gösteren ilk 25 genin ısı haritalarında, SOD2'nin hipermetile genler grubuna dahil olduğu gözlemlenmiştir. Bu bulgu, SOD2 geninin epigenetik olarak baskılandığını ve gen ekspresyonunun azalmasının metilasyon düzeylerindeki artışla ilişkili olabileceğini desteklemektedir. Bu nedenle, SOD2'nin bu hipermetilasyon profiline dahil olması, genin epigenetik regülasyon mekanizmaları yoluyla susturulmuş olabileceğini işaret eden önemli bir bulgu olarak değerlendirilebilir.



Şekil 7. En fazla hipermetilasyona uğrayan 4 gen



Şekil 8. En fazla hipometilasyona uğrayan 18 gen.

6.8. SOD2'nin Entegre Moleküler Özeti

SOD2'nin ekspresyon durumu, klinik parametrelerle olan ilişkileri, sağkalım eğilimleri ve promotör metilasyonuyla ilgili bulguların bir arada değerlendirildiği kapsamlı özet (Tablo 1), çalışmanın genel moleküler yapısını ortaya koymaktadır. Bu bütüncül değerlendirme, SOD2'nin farklı düzeylerde incelenen moleküler özelliklerinin bir arada analiz edilip daha geniş bir bağlam içinde yorumlanmasına katkı sağlamaktadır.

Tablo 1. SOD2 özelliklerinin entegre moleküler özeti

Category	Findings
Highest correlated genes with SOD2	BIRC3 (0.71), TGM2 (0.70), PDCD1LG2 (0.69), IL4I1 (0.67), TAP1 (0.67)
Immune activation cluster	HLA-DRA, CIITA, HLA-DMA, HLA-DPA1, HLA-DPB1, CD2, CD3E, CD4, CD8A, CD68, CD163, MSR1
Interferon-related genes	IRF1, IFIH1, IFI30, IFIT3, OAS3, ISG15-like signatures
Inflammation & cytokine signaling	CXCL9, CXCL10, CXCL11, CCL4, CCL5, IL7R, IL10RA, IL2RA, IL21R
Antigen processing & MHC machinery	TAP1, TAP2, PSMB8, PSMB9, CTSS, HLA-A/B/C/E/F/G clusters
Oxidative stress & redox homeostasis	NAMPT, CYBB, ALOX5, ALOX5AP, GCH1, GLRX
Apoptosis / immune-cell cytotoxicity markers	GZMA, GZMB, PRF1, CASP1, TNFSF10, TNFAIP3
Myeloid activation signatures	LILRB1–4, FCGR2A/B/C, FCGR3A, MAN2B1, SIGLEC9, SIGLEC10
Key signaling nodes	STAT1, STAT2, STAT4, JAK1, JAK2, MAP3K5, TRAF1, NFKB2
Pathway-level interpretation	Immune-inflammatory microenvironment: interferon signaling, antigen presentation, oxidative stress regulation, macrophage/T-cell activation.
Biological meaning	SOD2 co-regulates with immune-surveillance and inflammatory genes; its downregulation may weaken antitumor immunity.

7. TARTIŞMA

Bulgularımız, SOD2 ekspresyonunun normal tiroid dokusuna kıyasla tümör dokusunda azaldığını ortaya koymuştur. Bu azalma tiroid kanserinin erken dönemlerinde ortaya çıkan temel bir transkripsiyonel değişiklik olabileceğini düşündürmüştür. SOD2 redoks dengeyi sürdürmede kritik bir rol oynar. Bu nedenle SOD2 ekspresyonundaki düşüş, hücre içi ROS birikimini artırarak tümörleşmeyi kolaylaştıran süreçleri hızlandırabilir. UALCAN ve GEPIA

2 analizlerinde SOD2 ekspresyonunun THCA tümör dokularında normal dokulara göre azaldığını göstermektedir (Şekil1A,B). Tümör dokularında gözlemlenen SOD2 downregülasyonu, oksidatif stres ve savunma dengesi arasındaki dengenin bozulduğuna işaret etmektedir. Bu durum literatürde tiroid kanserine özgü oksidatif stres yükünün tümör başlangıcında belirleyici olduğu yönündeki çalışmaları desteklemektedir.

SOD2 düşüklüğünün evre I'den evre IV'e kadar benzer düzeylerde seyretmesi, bu değişikliğin metastatik bir özellik olmadığını; aksine malign transformasyonun erken basamaklarında görülen ve korunan bir özellik olduğunu düşündürmektedir. GEPIA 2 ve UALCAN analizlerinde, SOD2'nin kanser evrelerine bağlı olarak anlamlı şekilde değişmemesi bu bulguyu destekler niteliktedir (Şekil 2 A,B). Bu gözlem, literatürdeki SOD2'nin "çift yönlü davranışı" hipotezi ile kısmen çelişmektedir. Bazı çalışmalarda, ileri evre kanserlerde SOD2 ekspresyonunun artması tümör hücrelerinde oksidatif strese karşı adaptasyonunu desteklediği öne sürülmüştür. Ancak tiroid karsinomunda bizim bulgularımız, SOD2'nin erken baskılanmasının hastalığın ilerlemesi boyunca sürdüğünü göstermektedir.

Yaş ve cinsiyet alt gruplarında ekspresyon farkı görülmemesi (şekil 3, şekil 4). SOD2 ekspresyon mekanizmasının bu faktörlerden bağımsız daha çok tümör hücresine ait biyolojik bir düzenleme olduğunu göstermektedir. Literatürde bazı çalışmalar, ROS üretiminden sorumlu tiroid enzimlerinin cinsiyete özgü roller oynayabileceğini öne sürmüştür ancak bizim sonuçlarımızda SOD2 açısından cinsiyete özgü olmadığını göstermektedir Bu durum, SOD2'nin tiroid karsinomunda cinsiyet-bağımsız bir biyobelirteç olarak kullanılabileceğini desteklemektedir.

8. SONUÇ

Bu çalışmanın analiz sonuçları, tiroid tümörlerinde SOD2 gen ekspresyonunun çok erken evrelerden itibaren baskılandığını ortaya koymaktadır. Normal tiroid dokularında yüksek ve düzenli seyreden SOD2 ekspresyonu primer doku tümörlerinde anlamlı bir düşüş göstermiş ve bu düşüşe eşlik eden geniş dağılım aralığı oksidatif stres yanıt mekanizmalarının tümörleşme sürecinde bozulduğuna işaret etmektedir. Bu düşük ekspresyonun tüm evrelerde benzer düzeyde görülmesi SOD2 azalmasının evreye bağlı olarak değişmediğini ve malign transformasyonun erken bir moleküler özelliği olduğunu desteklemektedir.

Yaş ve cinsiyet gruplarında SOD2 ekspresyonunun benzer dağılım göstermesi bu genin baskılanmasının demografik faktörlere bağlı olmadığını, tümöre özgü bir biyolojik özellik olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte sağkalım analizlerinde yüksek SOD2 ekspresyonuna sahip hastalarda iyi bir sağkalım eğiliminin saptanması ve bu ilişkinin farklı ırk

gruplarında da tutarlı şekilde devam etmesi SOD2'nin klinik sonuçlarla ilişkili önemli bir biyolojik belirteç olabileceğini düşündürmektedir.

Epigenetik veri sonuçları tümör örneklerinde SOD2 promotörünün normal dokuya göre daha yoğun metilasyon taşıdığını göstermektedir. SOD2'nin ayrıca hipermetile genler arasında yer alması ekspresyondaki azalmanın metilasyona bağlı bir düzenleme mekanizmasından kaynaklanabileceğini güçlü şekilde desteklemektedir.

Tüm sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde SOD2'nin tiroid tümörlerinde hem transkripsiyonel düzeyde hem de epigenetik düzeyde belirgin biçimde baskılandığı görülmektedir. Bu durum, SOD2 geninin tümör gelişiminde karakteristik bir unsur olduğunu ve klinik sonuçlarla da ilişki gösterebileceğini açıklamaktadır. Dolayısıyla SOD2'nin tümörün redoks düzenlenmesinde merkezi bir rol üstlendiğini desteklemektedir.

KAYNAKÇA

1. Szanto, I., Pusztaszeri, M., & Mavromati, M. (2019). H2O2 metabolism in normal thyroid cells and in thyroid tumorigenesis: focus on NADPH oxidases. *Antioxidants*, *8*(5), 126.).

2. Halliwell, B., & Aruoma, O. I. (1991). DNA damage by oxygen-derived species Its mechanism and measurement in mammalian systems. *FEBS letters*, *281*(1-2), 9-19.;

3. Lloyd, D. R., Phillips, D. H., & Carmichael, P. L. (1997). Generation of putative intrastrand cross-links and strand breaks in DNA by transition metal ion-mediated oxygen radical attack. *Chemical research in toxicology*, *10*(4), 393-400.

4. Bjelland, Svein, and Erling Seeberg. "Mutagenicity, toxicity and repair of DNA base damage induced by oxidation." *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis* 531.1-2 (2003): 37-80.

5. Vodusek, A. L., Goricar, K., Gazic, B., Dolzan, V., & Jazbec, J. (2016). Antioxidant defence-related genetic variants are not associated with higher risk of secondary thyroid cancer after treatment of malignancy in childhood or adolescence. *Radiology and oncology*, *50*(1), 80.

6. Ashtekar, A., Huk, D., Magner, A., La Perle, K. M., Boucai, L., & Kirschner, L. S. (2018). Alterations in Sod2-induced oxidative stress affect endocrine cancer progression. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, *103*(11), 4135-4145;

7. Panda, B., Tripathy, A., Patra, S., Kullu, B., Tabrez, S., & Jena, M. (2024). Imperative connotation of SODs in cancer: Emerging targets and multifactorial role of action. *IUBMB life*, *76*(9), 592-613

8. Szanto, I., Pusztaszeri, M., & Mavromati, M. (2019). H2O2 metabolism in normal thyroid cells and in thyroid tumorigenesis: focus on NADPH oxidases. *Antioxidants*, *8*(5), 126.

9. Halliwell, B. (2012). Free radicals and antioxidants: updating a personal view. *Nutrition reviews*, *70*(5), 257-265.

10. Ray, P. D., Huang, B. W., & Tsuji, Y. (2012). Reactive oxygen species (ROS) homeostasis and redox regulation in cellular signaling. *Cellular signalling*, *24*(5), 981-990

11. Carvalho, D. P., & Dupuy, C. (2013). Role of the NADPH oxidases DUOX and NOX4 in thyroid oxidative stress. *European thyroid journal*, *2*(3), 160-167.

12. Halliwell, B., & Aruoma, O. I. (1991). DNA damage by oxygen-derived species Its mechanism and measurement in mammalian systems. *FEBS letters*, *281*(1-2), 9-19.,

13. Lloyd, D. R., Phillips, D. H., & Carmichael, P. L. (1997). Generation of putative intrastrand cross-links and strand breaks in DNA by transition metal ion-mediated oxygen radical attack. *Chemical research in toxicology*, *10*(4), 393-400

14. Bjelland, S., & Seeberg, E. (2003). Mutagenicity, toxicity and repair of DNA base damage induced by oxidation. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*, *531*(1-2), 37-80

15. Oh, J. M., & Ahn, B. C. (2021). Molecular mechanisms of radioactive iodine refractoriness in differentiated thyroid cancer: Impaired sodium iodide symporter (NIS) expression owing to altered signaling pathway activity and intracellular localization of NIS. *Theranostics*, *11*(13), 6251

16. Liu, J., Liu, Y., Lin, Y., & Liang, J. (2019). Radioactive iodine-refractory differentiated thyroid cancer and redifferentiation therapy. *Endocrinology and Metabolism*, *34*(3), 215.

17. Lee, J. H., Lee, E. S., & Kim, Y. S. (2007). Clinicopathologic significance of BRAF V600E mutation in papillary carcinomas of the thyroid: a meta-analysis. *Cancer*, *110*(1), 38-46.

18. Kochman, J., Jakubczyk, K., Bargiel, P., & Janda-Milczarek, K. (2021). The influence of oxidative stress on thyroid diseases. *Antioxidants*, *10*(9), 1442.

19. Carvalho, D. P., & Dupuy, C. (2013). Role of the NADPH oxidases DUOX and NOX4 in thyroid oxidative stress. *European thyroid journal*, *2*(3), 160-167.

20. Vodusek, A. L., Goricar, K., Gazic, B., Dolzan, V., & Jazbec, J. (2016). Antioxidant defence-related genetic variants are not associated with higher risk of secondary thyroid cancer after treatment of malignancy in childhood or adolescence. *Radiology and oncology*, *50*(1), 80

21. Ashtekar, A., Huk, D., Magner, A., La Perle, K. M., Boucai, L., & Kirschner, L. S. (2018). Alterations in Sod2-induced oxidative stress affect endocrine cancer progression. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, *103*(11), 4135-4145

22. Ashtekar, A., Huk, D., Magner, A., La Perle, K. M., Boucai, L., & Kirschner, L. S. (2018). Alterations in Sod2-induced oxidative stress affect endocrine cancer progression. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, *103*(11), 4135-4145.

23. (Rebaï, M., & Rebaï, A. (2016). Molecular genetics of thyroid cancer. *Genetics research*, *98*, e7

24. Özdemir, S., & Özdemir, Ö. (2014). Tiroid kanserinde moleküler etyolojik faktörler. *Cumhuriyet Medical Journal*, *36*(1), 128-146.

25. Tural, S., Tekcan, A., Elbistan, M., & Kara, N. (2013). Tiroit kanseri genetiği. *Journal of Experimental and Clinical Medicine*, *30*(1s), 55-62.

VAN POPÜLASYONUNDA *Ellobius Lutescens* TÜRÜNÜN FİLOGENETİK İLİŞKİLERİNİN D-LOOP GENİNE DAYALI OLARAK İNCELENMESİ

Teoman KANKILIÇ
Niğde Ömer Halisdemir University, Faculty of Science, Department of Biotechnology, 51240 Merkez, Niğde
ORCID: 0000-0002-9576-5887
İrem Eda DİRİL
Niğde Ömer Halisdemir University, Faculty of Science, Department of Biotechnology, 51240 Merkez, Niğde
ORCID: 0009-0008-4866-761X
İlkay CİVELEK
Niğde Ömer Halisdemir University, Faculty of Science, Department of Biotechnology, 51240 Merkez, Niğde
ORCID: 0000-0002-8241-1596
Burcu KÖSE
Niğde Ömer Halisdemir University, Institute of Science, Department of Biotechnology, 51240 Merkez, Niğde
ORCID: 0000-0003-1068-0196
Gökhan YÜRÜMEZ
Batman University, Faculty of Science and Letters, Department of Biology, 72060 Merkez, Batman
ORCID: 0000-0001-5415-2278

ÖZET

Yer altı yaşamına uyum sağlamış kemirgen türlerinden biri olan *Ellobius lutescens*, kendine özgü yapısal ve genetik özellikleri sayesinde evrimsel ve filogenetik araştırmalar açısından değerli bir model organizma olarak kabul edilmektedir. Bu araştırmada, Van bölgesinde bulunan *Ellobius lutescens* türüne ait bireylerin filogenetik durumu ve tür içindeki genetik ilişkileri, mitokondriyal DNA'nın yüksek değişkenlik gösteren D-loop gen bölgesi temel alınarak değerlendirilmiştir. Araştırma çerçevesinde elde edilen bireylerden DNA izolasyonu yapılmış ve mitokondriyal D-loop gen bölgesi klasik PCR yöntemi ile çoğaltılmıştır. Elde edilen nükleotid dizileri, GenBank veritabanından alınan *Ellobius* cinsi referans dizileri ile bir araya getirilerek filogenetik analizlerde değerlendirilmiştir. Uygun evrimsel model belirlendikten sonra filogenetik ağaç inşa edilmiş ve analizlerde dış grup olarak *Rattus norvegicus* kullanılmıştır. Filogenetik analiz bulguları, Van popülasyonundaki *Ellobius lutescens* bireylerinin, *Ellobius* cinsine dair referans dizilerle birlikte aynı ana klad içinde yer aldığını ve bu cinste tutarlı bir filogenetik konum sergilediğini ortaya koymuştur. Tür içi ölçümlerde, Van popülasyonundaki bireyler arasında yüksek bootstrap destek değerleriyle (%100 ve %82) ayrılan iki ana mitokondriyal haplotip grubunun varlığı saptanmıştır. Bazı bireylerin birbirleriyle yakın genetik bağlantılar taşıdığı, bazı bireylerin ise daha ayrı gruplarda yer aldığı belirlenmiştir. Bu durum, Van bölgesine ait *Ellobius lutescens* bireyleri arasında belirgin bir genetik çeşitliliğin mevcut olduğunu ve popülasyon içindeki genetik farklılaşmanın

olabileceğini göstermektedir. Elde edilen bulgular, coğrafi ayrılığın ve nüfus hareketlerinin genetik yapıya olası etkilerini göstermektedir. Sonuç olarak, *Ellobius lutescens* türünde mitokondriyal D-loop gen bölgesinin, popülasyon içindeki filogenetik ilişkilerin incelenmesinde etkili bir moleküler gösterge olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Ellobius lutescens*, D-loop, Filogenetik analiz, Mitokondriyal DNA

INVESTIGATION OF THE PHYLOGENETIC RELATIONSHIPS OF *ELLOBIUS LUTESCENS* IN THE VAN POPULATION BASED ON THE MITOCHONDRIAL D-LOOP GENE

ABSTRACT

One of the rodent species adapted to an underground lifestyle, *Ellobius lutescens* is considered a valuable model organism for evolutionary and phylogenetic studies due to its unique structural and genetic characteristics. In this study, the phylogenetic status of individuals belonging to the species *Ellobius lutescens* from the Van region and the genetic relationships within the species were evaluated based on the highly variable D-loop gene region of mitochondrial DNA. Within the scope of the research, DNA was isolated from the obtained individuals, and the mitochondrial D-loop gene region was amplified using the classical PCR method. The obtained nucleotide sequences were combined with reference sequences of the genus *Ellobius* retrieved from the GenBank database and evaluated in phylogenetic analyses. After determining the appropriate evolutionary model, a phylogenetic tree was constructed, and *Rattus norvegicus* was used as an outgroup in the analyses. The findings of the phylogenetic analyses revealed that the *Ellobius lutescens* individuals from the Van population were located within the same main clade together with reference sequences of the genus *Ellobius* and exhibited a consistent phylogenetic position within this genus. In intraspecific assessments, the presence of two main mitochondrial haplotype groups separated by high bootstrap support values (100% and 82%) among individuals from the Van population was determined. It was identified that some individuals had close genetic connections with each other, while some individuals were located in more distinct groups. This situation indicates that there is a pronounced genetic diversity among *Ellobius lutescens* individuals from the Van region and that genetic differentiation within the population may exist. The obtained findings indicate the possible effects of geographic separation and population movements on genetic structure. As a result, it was determined that the mitochondrial D-loop gene region is an effective molecular marker for examining phylogenetic relationships within the population of the species *Ellobius lutescens*.

Keywords: *Ellobius lutescens*, D-loop, Phylogenetic analysis, Mitochondrial DNA

1. INTRODUCTION

Subterranean rodents are regarded as important model organisms for biological and genetic research due to the specialized ecological and evolutionary adaptations they exhibit. Among these groups, the genus *Ellobius*, belonging to the subfamily Arvicolinae, represents a unique taxon as it offers opportunities for comparative investigations both with ecologically similar hystricognath rodents and with its closely related surface-dwelling relatives. *Ellobius* species are notable for their rapid chromosomal rearrangement processes and unusual sex determination systems among mammals. According to current systematic studies, the genus *Ellobius* is represented by five species: *E. lutescens, E. fuscocapillus, E. talpinus, E. tancrei*, and *E. alaicus.* These species exhibit exceptional diversity among mammals in terms of chromosome numbers and sex determination systems. In particular, reports indicate that *E. lutescens* possesses a 2n = 17, XO/XO karyotype, with the complete loss of the Y chromosome and the Sry gene. In contrast, *E. fuscocapillus* retains the classical XY/XX system, whereas the Y chromosome has disappeared in *E. talpinus, E. tancrei*, and *E. alaicus*, resulting in isomorphic XX sex chromosomes. Despite the high sexual plasticity and genetic diversity observed in these species, data on population-level genetic structure remain limited (Bannikova et al., 2011; Just et al., 2007; Lyapunova et al., 1980; Matveevsky et al., 2017; Musser and Carleton, 2005; Mulugeta vd., 2016; Rudyk et al., 2024; Romanenko et al., 2019).

In this study, the phylogenetic status and intraspecific genetic relationships of *Ellobius lutescens* individuals obtained from Van Province in the Eastern Anatolia Region of Türkiye were examined based on the highly variable D-loop region of mitochondrial DNA, which is characterized by a high mutation rate. The mitochondrial D-loop region is widely used as a reliable molecular marker, particularly for determining genetic differentiation and phylogeographic patterns among closely related populations. Within this framework, the results obtained are intended to contribute to the understanding of the genetic diversity of *Ellobius lutescens* in Türkiye, to facilitate a better interpretation of the species' evolutionary history, and to provide baseline data for future conservation biology studies.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Collection and preparation

A total of five *Ellobius lutescens* specimens were collected from Van province in Türkiye by Dr. Gökhan Yürümez. All necessary ethical permissions were obtained during the reconstruction of the specimens. The tissue samples were stored at -80 degrees Celsius until the general analyses were completed.

2.2. DNA isolation and D-loop gene amplification

Total genomic DNA of *Ellobius lutescens* samples was isolated from tissues such as liver and muscle according to the CTAB extraction protocol (Doyle and Doyle, 1990). The mitochondrial D-loop gene region was amplified by polymerase chain reaction (PCR). For this process, the forward primer 2FR (5′-TACCATCCTCCGTGAAACCA-3′) and the reverse primer 3RV (5′-CATACAAGTCCAGCTAGACT-3′) were used. The total volume of the PCR reaction mixture was 25 µl, consisting of 12.75 µl sterile water, 2.25 µl buffer (10X), 1.25 µl dNTP, 1.25 µl $MgCl_2$ (25 mM), 1 µl primers (2 mM), 0.5 µl Taq polymerase, and 5 µl DNA (≥50–100 ng/µl). PCR conditions were as follows: an initial denaturation at 95 °C for 3 min, followed by 33 cycles of denaturation at 95 °C for 45 s, annealing at 56 °C for 1 min, and extension at 72 °C for 1.5 min, with a final extension at 72 °C for 10 min.

2.3. Analysis technique

The forward and reverse sequences of each sample were aligned, and consensus sequences were generated using the BioEdit 7.0.9 program (Hall, 1999). In addition to the 300 bp-long consensus D-loop gene sequences obtained from *Ellobius lutescens* samples, the dataset included seven *Ellobius lutescens* D-loop gene sequences obtained from GenBank and one *Rattus norvegicus* sequence used as an outgroup. The evolutionary relationships among individuals were evaluated by maximum likelihood (ML) analysis implemented in the MEGA 7 program (Kumar et al., 2016). In the reconstruction of phylogenetic trees, the TN93 + G + I model, determined as the most appropriate, was used, and 1000 bootstrap replicates were applied.

3. RESULTS

A maximum likelihood phylogenetic tree constructed using mitochondrial D-loop gene sequences clearly revealed the relationships among *Ellobius* species. Phylogenetic analysis findings showed that *Ellobius lutescens* individuals in the Van population belong to the same main clade as reference sequences for the genus *Ellobius*, exhibiting a consistent phylogenetic position within that genus. Intraspecific measurements revealed the presence of two main mitochondrial haplotype groups separated by high bootstrap support values (100% and 82%) among individuals in the Van population. Some individuals showed close genetic links to each other, while others belonged to more distinct groups. This indicates a significant genetic diversity among *Ellobius lutescens* individuals in the Van region and suggests the possibility of genetic differentiation within the population. The findings demonstrate the potential effects of geographical separation and population movements on the genetic structure. In conclusion,

the mitochondrial D-loop gene region in *Ellobius lutescens* was identified as an effective molecular indicator in examining phylogenetic relationships within the population. (Figure 1).

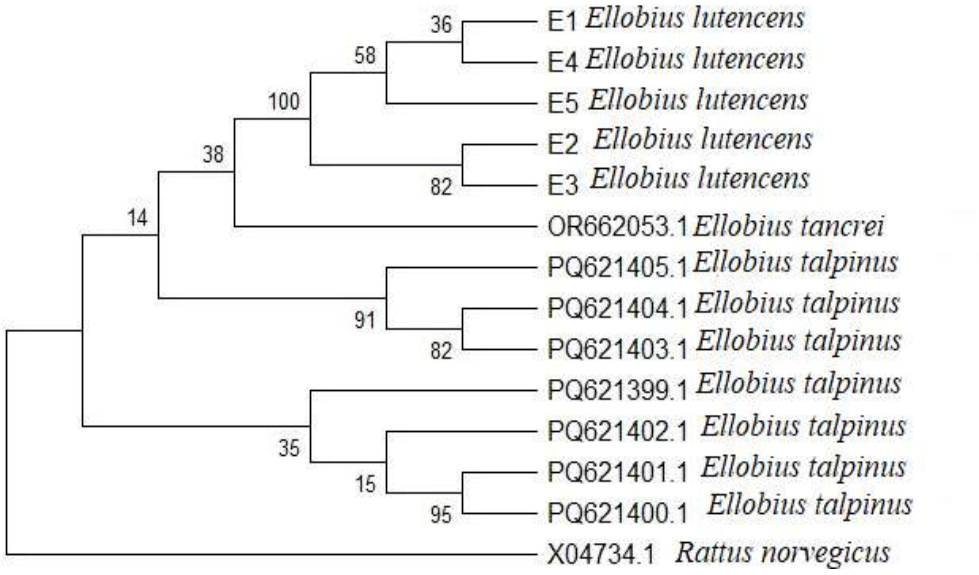


Fig 1. In this study, phylogenetic relationships between the *Ellobius* samples (E1–E5) examined and the reference sequences obtained from GenBank were determined using maximum likelihood (ML) analysis based on D-loop sequences.

4. DISCUSSION

In this study, a maximum likelihood analysis was performed based on the mitochondrial D-loop gene region. This analysis determined the phylogenetic position of *Ellobius lutescens* individuals from the Van population and their genetic structure within the species. In the resulting phylogenetic tree, the clustering of the Van samples within the same major clade together with *E. lutescens* reference sequences obtained from GenBank confirms the taxonomic identity of this population located in eastern Türkiye. This finding is consistent with previous molecular and cytogenetic studies demonstrating the independent evolutionary position of *E. lutescens* within the genus *Ellobius* (Just et al., 2007; Matveevsky et al., 2017; Romanenko et al., 2019).

The separation of individuals from the Van population into two major mitochondrial haplotype groups with high bootstrap support reveals the presence of considerable genetic diversity within this species. It is well known that factors such as limited dispersal ability, habitat fragmentation, and low gene flow in subterranean rodents contribute to increased genetic differentiation among populations (Nevo, 1979; Steinberg & Patton, 2000). In this context, considering the geographical and ecological characteristics of the Van region, the observed mitochondrial divergence is likely associated with isolation and local adaptation processes.

The presence of close genetic relationships among some individuals supports a local kinship structure and limited individual movement, whereas the placement of other individuals on distinct branches indicates that the genetic background within the population is not homogeneous. Similarly, previous studies using mitochondrial markers in *Ellobius* species have reported pronounced genetic structuring among different populations and even within the same population (Bogdanov et al., 2015; Mulugeta et al., 2016).

The results obtained in this study demonstrate that the mitochondrial D-loop gene region is an effective molecular marker for assessing interspecific phylogenetic relationships and genetic diversity in *Ellobius lutescens*. Moreover, considering the species' restricted distribution range and its extraordinary chromosomal structure, further studies supported by nuclear markers and broader geographic sampling are required. Such investigations will undoubtedly contribute to a more detailed understanding of the evolutionary history and population structure of *E. lutescens*.

CONCLUSIONS

In conclusion, these findings make a significant contribution to the existing literature on the population genetics and phylogeographic patterns of *Ellobius* species. To enable a more holistic assessment of the species' unique biology and evolutionary processes, it is recommended that further studies utilize supporting genes and expand the sampling area.

ACKNOWLEDGEMENT

This study was supported by the TÜBİTAK 2209-A University Students Research Projects Support Program.

REFERENCES

Bannikova, A. A., Lebedev, V. S., Lissovsky, A. A., Matrosova, V., Abramson, N. I., Obolenskaya, E. V., & Tesakov, A. S. (2010). Molecular phylogeny and evolution of the Asian lineage of vole genus *Microtus* (Rodentia: Arvicolinae) inferred from mitochondrial cytochrome b sequence. *Biological Journal of the Linnean Society, 99*(3), 595–613.

Just, W., Baumstark, A., Süss, A., Graphodatsky, A., Rens, W., Schäfer, N., … Vogel, W. (2007). *Ellobius lutescens*: sex determination and sex chromosome. *Sexual Development, 1*(4), 211–221.

Matveevsky, S., Kolomiets, O., Bogdanov, A., Hakhverdyan, M., & Bakloushinskaya, I. (2017). Chromosomal evolution in mole voles *Ellobius* (Cricetidae, Rodentia): Bizarre sex chromosomes, variable autosomes and meiosis. *Genes, 8*(11), 306. https://doi.org/10.3390/genes8110306

Mulugeta, E., Wassenaar, E., Sleddens-Linkels, E., van IJcken, W. F., Heard, E., Grootegoed, J. A., … Baarends, W. M. (2016). Genomes of *Ellobius* species provide insight into the evolutionary dynamics of mammalian sex chromosomes. *Genome Research, 26*(9), 1202–1210.

Musser, G. G. (1993). Family Muridae. In *Mammal Species of the World: A Taxonomical and Geographic Reference* (2nd ed., pp. 501–755).

Nevo, E. (1979). Adaptive convergence and divergence of subterranean mammals. *Annual Review of Ecology and Systematics, 10*, 269–308.

Romanenko, S. A., Lyapunova, E. A., Saidov, A. S., O'Brien, P. C., Serdyukova, N. A., Ferguson-Smith, M. A., … Bakloushinskaya, I. (2019). Chromosome translocations as a driver of diversification

in mole voles *Ellobius* (Rodentia, Mammalia). *International Journal of Molecular Sciences, 20*(18), 4466.
Rudyk, A. I., Kuprina, K. V., Bergaliev, A. M., Galkina, S. A., Romanovich, A. E., Novikov, E. A., … Smorkatcheva, A. V. (2024). Genetic diversity and fine-scale structure of two populations of a subterranean rodent, *Ellobius talpinus*. *bioRxiv*, 2024-10.
Steinberg, E. K., Patton, J. L., Lacey, E. A., & Cameron, G. N. (2000). Genetic structure and the geography of speciation in subterranean rodents: Opportunities and constraints for evolutionary diversification. In *Life underground: The biology of subterranean rodents* (pp. 301–331).

POTANSİYEL ANTİ-ALZHİMER AJAN OLARAK YENİ 1,2,3-TRİAZOL TÜREVİNİN TASARIMI VE SENTEZİ: ACh ve BCh İNHİBİSYONU ÖZELLİĞİNİN İNCELENMESİ

Dr. Büşra ALBAYRAK MISIR
Kahramanmaras Sutcu Imam University, Faculty of Science, Chemistry Department, Kahramanmaras, 46050, Turkiye
ORCID ID: 0009-0002-7061-4668
Dr. Ögr. Üyesi Özge GÜNGÖR
Kahramanmaras Sutcu Imam University, Faculty of Science, Chemistry Department, Kahramanmaras, 46050, Turkiye
ORCID ID: 0000-0003-3529-2704

ÖZET

Demansın en yaygın türü olan Alzheimer hastalığı (AH), ilerleyici hafıza kaybına, davranış ve düşünme sorunlarına neden olur ve dünya genelindeki insanlar için büyük bir tehdit haline gelmiştir. Alzheimer hastalığı, ilerledikçe ruh hali değişimleri, motivasyon kaybı, kişisel bakım ve davranışları yönetememe, fiziksel işlev bozukluğu ve en sonunda ölüme yol açmaktadır. AD'nin patogenezi tam olarak aydınlatılamamış olmakla birlikte, AD'nin patofizyolojisi hakkında kolinerjik hipotez, β-amiloid (AP) peptid teorisi, enerji metabolizmasında düzensizlik ve oksidatif stres gibi bazı hipotezler öne sürülmektedir. Bunlardan en sık incelenenlerden biri kolinerjik hipotezdir. Bu hipotez, hastalarda bilişsel işlevlerin azalmasının sebebi olarak, merkezi ve periferik sinir sistemi hücreleri arasındaki kolinerjik nöronların azalması ve nörotransmisyon kaybı olduğunu savunmaktadır. Kolinerjik hipotez, AD'nin temel nedenini sinyal iletiminde rol oynayan asetil kolin (ACh) ve bütiril kolin (BCh) sentezindeki azalmayla açıklanmaktadır. Triazoller, pirodiazoller olarak da bilinirler ve halkanın 1, 2, 3 veya 1, 2, 4. pozisyonlarında üç azot atomu bulunan beş üyeli bir azot heterosiklidirler. Oksidasyon, redüksiyon ve hidrolize karşı mükemmel kimyasal kararlılıkları ve özellikle moleküler hibridizasyon stratejilerinde önemli bir yapı taşını oluşturmaları nedeniyle hem biyologların hem de kimyagerlerin büyük ilgisini çekmişlerdir. Bu nedenle, 1,2,3-triazol türevlerinin ACh ve BCh inhibisyonundaki potansiyeli üzerine yapılan çalışmalar giderek artmaktadır. Bu çalışmada, fenil halkasının para pozisyonunda nitro grubu içeren yeni 1,2,3-triazol sentezlenmiş ve bileşiğin yapısı FT-IR, ^{1}H and ^{13}C NMR spektroskopisi kullanılarak karakterize edilmiştir. Sentezlenen bileşiğin in vitro ACh ve BCh inhibisyon çalışmaları standart ilaca kıyasla daha yüksek olduğunu göstermiştir. Ayrıca bileşiğin enzim inhibisyon mekanizmasını belirlemek amacıyla kinetik çalışmalar gerçekleştirilmiş ve inhibitörün etki modu ayrıntılı olarak değerlendirilmiştir.

Elde edilen bulgular, nitro sübstitüe 1,2,3-triazol türevlerinin gelecekte güçlü ve güvenli ACh ve BCh inhibitörleri için ümit vadeden adaylar olabileceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Asetil kolin, Bütiril kolin, İnhibitör, 1,2,3-triaz

DESIGN AND SYNTHESIS OF A NEW 1,2,3-TRIAZOLE DERIVATIVE AS A POTENTIAL ANTI-ALZHIMER AGENT: INVESTIGATION OF ITS ACh AND BCh INHIBITORY PROPERTIES

ABSTRACT

Alzheimer's disease (AD), the most common type of dementia, causes progressive memory loss and behavioral and thinking problems, posing a major threat to people worldwide. As Alzheimer's disease progresses, it leads to mood swings, loss of motivation, inability to manage personal care and behavior, physical dysfunction, and ultimately death. Although the pathogenesis of AD has not been fully elucidated, some hypotheses have been proposed about the pathophysiology of AD, such as the cholinergic hypothesis, β-amyloid (AP) peptide theory, irregularity in energy metabolism and oxidative stress. One of the most frequently studied of these is the cholinergic hypothesis. This hypothesis argues that the decline in cognitive function in patients is due to a decrease in cholinergic neurons and a loss of neurotransmission between cells in the central and peripheral nervous systems. The cholinergic hypothesis explains the main cause of AD as the decrease in the synthesis of acetylcholine (ACh) and butyrylcholine (BCh), which play a role in signal transduction. Triazoles, also known as pyrodiazoles, are a five-membered nitrogen heterocycle with three nitrogen atoms at positions 1,2,3 or 1,2,4 of the ring. They have attracted considerable attention from both biologists and chemists because of their excellent chemical stability against oxidation, reduction, and hydrolysis, and because they constitute an important building block in molecular hybridization strategies. Therefore, studies on the potential of 1,2,3-triazole derivatives in ACh and BCh inhibition are increasing. In this study, a new 1,2,3-triazole derivative containing a nitro group at the para-position of the phenyl ring was synthesized, and its structure was characterized using FT-IR, ^{1}H, and ^{13}C NMR spectroscopy. In vitro ACh and BCh inhibition studies of the synthesized compound were performed, demonstrating that the compound's activity was higher than that of standard drugs. Furthermore, kinetic studies were conducted to determine the compound's enzyme inhibition mechanism, and the inhibitor's mode of action was evaluated in detail.

The obtained findings suggest that nitro-substituted 1,2,3-triazole derivatives may be promising candidates for potent and safe ACh and BCh inhibitors in the future.

Keywords: *Acetylcholine, Butyrylcholine, Inhibitor, 1,2,3-triazole.*

1. INTRODUCTION

Alzheimer's disease is a neurodegenerative and life-threatening disease with effects such as impaired cognitive function, behavioral disorders, and reduced ability to perform basic daily living activities(Campora et al., 2021). Despite extensive research, a curative method has not yet been developed due to its multifactorial pathogenesis. Various hypotheses have been proposed based on pathogenic factors, including decreased cholinergic neurotransmitter, amyloid beta (Aβ) accumulation, neurofibrillary tangles (NFTs), oxidative stress, and metal ion dysregulation (Deng et al., 2016). Among all hypotheses, the cholinergic hypothesis has been successfully implemented through the development of cholinesterase inhibitors (ChEIs), as cognitive and memory impairment is attributed, to a degree, to a decrease in acetylcholine (ACh) (Gungor et al., 2023). Currently, Donepezil and galantamine are commonly used dr Currently, Donepezil and galantamine are commonly used drugs to improve cognitive function in Alzheimer's patients by selectively inhibiting AChE (Wilcock et al., 2003). However, these drugs have various side effects such as gastrointestinal disturbances, muscle cramps, increased salivation, and dosing problems (Korkmaz et al., 2025) . Therefore, developing new AChE and BuChE inhibitors with minimized limitations has gained significant importance in the field of pharmaceutical chemistry.

Triazoles, also known as pyrodiazoles, are a five-membered nitrogen heterocycle with three nitrogen atoms at positions 1,2,3 or 1,2,4 of the ring. Due to their excellent chemical stability against oxidation, reduction and hydrolysis, they have attracted great attention from both biologists and chemists (Kilpin et al., 2014; Zhang et al., 2014). Because of their wide biological importance, triazoles are found in the structure of antibacterial drugs such as Tazobactam, Radezolid, Cefatrizine and many other drugs (C. Deng et al., 2022; Marzi et al., 2022; Michalska et al., 2017; Perry et al., n.d.).

Based on these studies, and considering the possibility of creating synergistic effects in biological systems using a molecular hybridization strategy, we describe the synthesis of a novel compound containing phenyl groups, 1,2,3-triazole, and a nitro group in a single skeleton using click chemistry. As shown in Figure 1, the triazole ring in the designed hybrid compound was chosen to provide hydrogen bonding and stability, the phenyl groups to increase solubility and bioavailability, and the nitro group to provide hydrogen bonding. The structure of the newly

synthesized hybrid molecule was characterized by ^{1}H NMR and FT-IR spectroscopy. Subsequently, the AChE and BChE enzyme inhibition activities of the newly designed 1,2,3-triazole compound were investigated.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Synthesis of 1-azido-4-nitrobenzene

$NaNO_2$ (5 g, 0.072 mmol) dissolved in water (200 mL) was added dropwise to 4-nitro aniline (2a-d) (0.06 mmol) in 15% HCl (60 mL) in a flask at 0 °C using a pressure-adjustable dropping funnel. After stirring for ~30 minutes at this temperature, NaN_3 (7.8 g, 0.12 mmol) dissolved in water (30 mL) was added dropwise to the reaction mixture. After the additions were completed, the reaction mixture was stirred at 0 °C for 1 hour. The reaction progress was checked by TLC. After the reaction was completed, the substance was taken into ethyl acetate phase and extraction was carried out. The pH was adjusted to 7 with saturated $NaHCO_3$ aqueous solution. The organic phase was dried over sodium sulfate, filtered and the solvent was removed on the rotary evaporator.

2.2. Synthesis of 1,3-bis(prop-2-yn-1-yloxy)benzene (1)

Resorcinol 1 mmol (0.11 g) was dissolved in 50 ml of DMF (dimethylformamide), 2.073 g of K_2CO_3 was added and after stirring for approximately 5 minutes, 2.1 mmol (3.122 g) of propargyl bromide was added and the mixture was refluxed. The reaction was controlled by Thin Layer Chromatography (TLC) and terminated after 48 hours. The crude product obtained was washed with ethyl acetate, the organic phase was dried with Na_2SO_4 and the solvent was removed on a rotary evaporator. The resulting material was washed with hexane to remove impurities and dried.

2.3. Synthesis of 1,2,3-triazole compound (2)

$CuSO_4.5H_2O$ (0.2 mmol) and sodium ascorbate (0.4 mmol) were added sequentially to the mixture of 1,3-bis(prop-2-yn-1-yloxy)benzene (1) (1 mmol) dissolved in 20 mL of THF/H_2O (3:1), and then the reaction mixture was stirred for 5 minutes. Then, the relevant 1-azido-4-nitrobenzene compound (2.1 mmol) were added to the mixture and the mixture was left to stir at room temperature for 8 hours. The reaction progress was monitored by TLC. At the end of the reaction, the THF in the flask was removed on the rotary evaporator and the aqueous mixture was extracted with ethyl acetate (2 x 50 mL). The organic phase was dried over Na_2SO_4, filtered, and the solvent was removed on the rotary evaporator. After drying, hexane was added, filtered, and air dried.

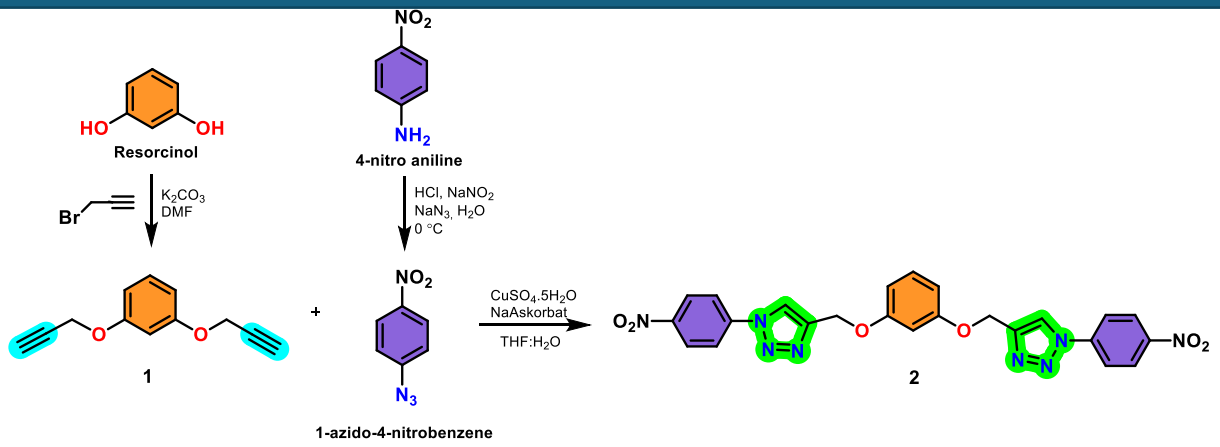


Figure 1 General synthesis scheme of the newly synthesized 1,2,3-triazole compound (**2**).

1,3-bis((1-(4-nitrophenyl)-1H-1,2,3-triazol-4-yl)methoxy)benzene (2): Molecular Formula: $C_{24}H_{18}N_8O_6$. **M.W:** 514.4580 g/mol. **M.P:** 285 ◦C. **Color:** Orange. **Yield:** 67 %. **^{1}H NMR** (400 MHz, DMSO) δ 9.19 (s, 1H), 8.47 (d, *J* = 9.0 Hz, 4H), 8.27 (s, 4H), 7.26 (t, *J* = 8.3 Hz, 1H), 6.82 (s, 1H), 6.72 (dd, *J* = 8.3, 2.3 Hz, 2H), 5.28 (s, 2H). **^{13}C NMR** (101 MHz, DMSO) δ 159.64, 147.25, 144.97, 141.25, 130.66, 126.07, 123.81, 121.18, 108.01, 102.20, 61.43. **FT-IR** (cm^{-1}) 3156, 3087, 1735, 1592, 1523, 1495, 1340, 1283, 1248, 1180, 1151, 1111, 1048, 1008, 985, 853, 813, 779, 750, 687, 509.

2.4. Biological Activities

2.4.1. AChE and BChE Inhibition Studies

Acetylcholinesterase (AChE, E.C. 3.1.1.7, Type V-S, lyophilized powder, from electric eel, 1000 unit), butylcholinesterase (BChE, E.C. 3.1.1.8, from equine serum), acetylthiocholine iodide (ATCI), butylcholine iodide (BTCI) and 5,5-dithiobis-(2-nitrobenzoic acid) (DTNB) were purchased from Sigma-Aldrich. The solutions of the compounds were prepared in a mixture of DMSO: Water (2:9 ml) to obtain final assay concentrations. All experiments were performed at 25 °C. Five different concentrations were tested for each compound in triplicate to obtain inhibition for AChE and BChE. To measure *in vitro* AChE activity, modified Ellman's method was using a 96-well plate reader. Each well contained 50 ml potassium phosphate buffer (KH_2PO_4/K_2HPO_4, 0.1 M, pH 8), 25 □l sample dissolved and 25 □l enzyme (final concentration 0.22 U/ml in buffer). They were preincubated for 15 min at room temperature, then 50 □l DTNB (3 mM in buffer) was added. Characterization of the hydrolysis of 50 □l ATCI (3 mM in water) catalyzed by AChE was performed spectrometrically at 412 nm followed by the addition of substrate. The change in absorbance was measured at 412 nm after 15 min. The IC_{50} values were determined graphically from inhibition curves. A control experiment was

performed under the same conditions without inhibitor and the blank contained buffer, water, DTNB, and substrate. The described method was also used for BChE inhibition assay.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Chemistry

As shown in **Figure 1**, the aim of this study is to synthesize synergistic novel compounds containing phenyl groups, 1,2,3-triazole and nitro groups, and to investigate their inhibition of AChE and BChE. For this purpose, we followed the copper-catalyzed click reaction procedure as shown in the synthesis scheme. First, the starting reactants, 1-azido-4-nitrobenzene and di-propargyl compound (**1**), were synthesized in accordance with the literature procedures (Acuz et al., 2025). Subsequently, compound **2**, a 1,2,3-triazole derivative, was obtained via the Click reaction, a selective azide-alkyne cycloaddition reaction. This method was performed with copper catalyst and resulted in a 67% yield.

The structure of 1,2,3,-triazole based hybride **2** were characterized through analysis that included ^{1}H, ^{13}C NMR and FT-IR spectroscopy. The spectrums of compound **2** are shown in the **Figure 2** (^{1}H NMR), **Figure 3** (^{13}C NMR) and **Figure 4** (FT-IR).

The ^{1}H NMR spectrum of the synthesized compound **2** was obtained in DMSO-d6 solvent. Examination of the spectrum revealed that the single signal observed at 9.19 ppm was attributed to the proton of the triazole ring in the structure. The doublet signals observed at 8.47 and 8.27 ppm were determined to correspond to protons in the aromatic rings to which the nitro group in the structure is attached. The singlet signal at 5.28 ppm in the ^{1}H spectrum of compound **2** belongs to the proton signals belonging to the ethyl (-CH_2-O) group bound to resorsinol. Aromatic protons in the resorcinol ring are observed at 7.26, 6.82, and 6.72 ppm, appearing as triplet, singlet, and doublet of doublet, respectively (**Figure 2**). When the integration values in the spectrum of compound 2, which has a symmetrical structure, are examined, it is clearly seen that the proton numbers are consistent with the structure.

When the ^{13}C NMR spectrum of the synthesized compound **2** is examined, due to its symmetrical structure, signals for 10 aromatic carbons and 1 aliphatic carbon are observed (**Figure 3**). The -CH_2- carbon attached to the resorcinol group is seen at 61.43 ppm. The quaternary carbon of the resorcinol ring, attached to oxygen, gives a signal at 159.64 ppm. The other aromatic carbons give signals in the range of 102.20-147.25 ppm, consistent with the structure.

FT-IR spectrum of synthesized compound was examined in the range of 4000-450 cm-1, and spectral data are given in the Figure 4. The characteristic stretches in the spectrum of compound

2 was consistent with the proposed structure. When the FT-IR spectra of the compound groups within the scope of this study are examined, it is seen that the characteristic signals observed around 2132–2091 cm-1 in the starting compounds, azide and propargyl compound, disappear, proving that the click reactions have been successful, i.e., the formation of the triazole skeleton.

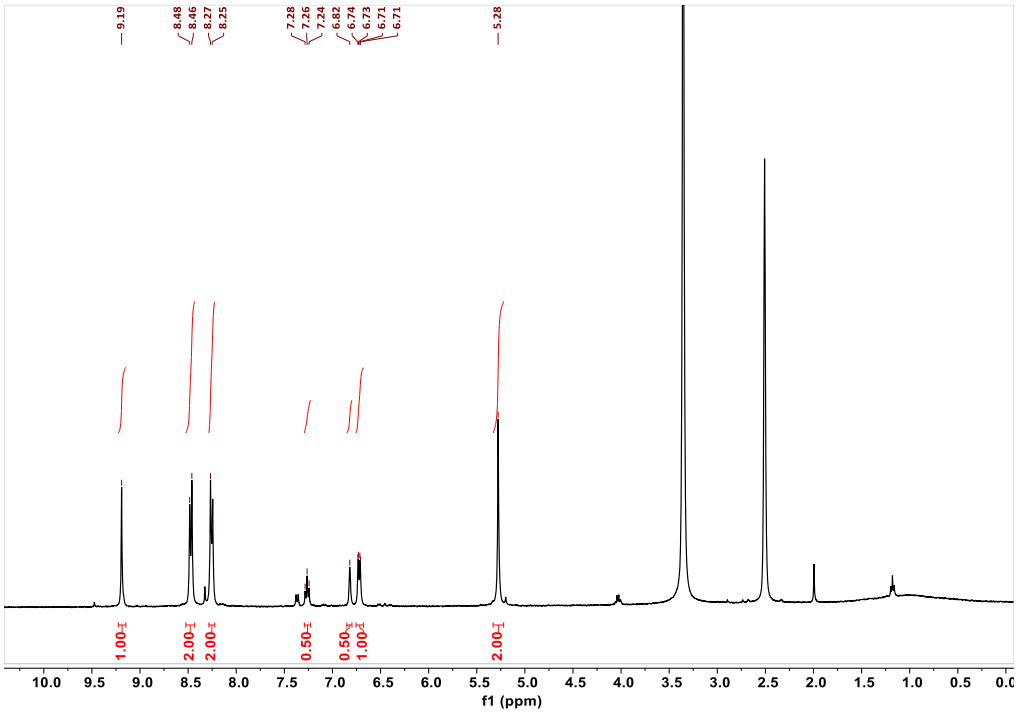


Figure 2 [1]H NMR spectrum of compound **2**.

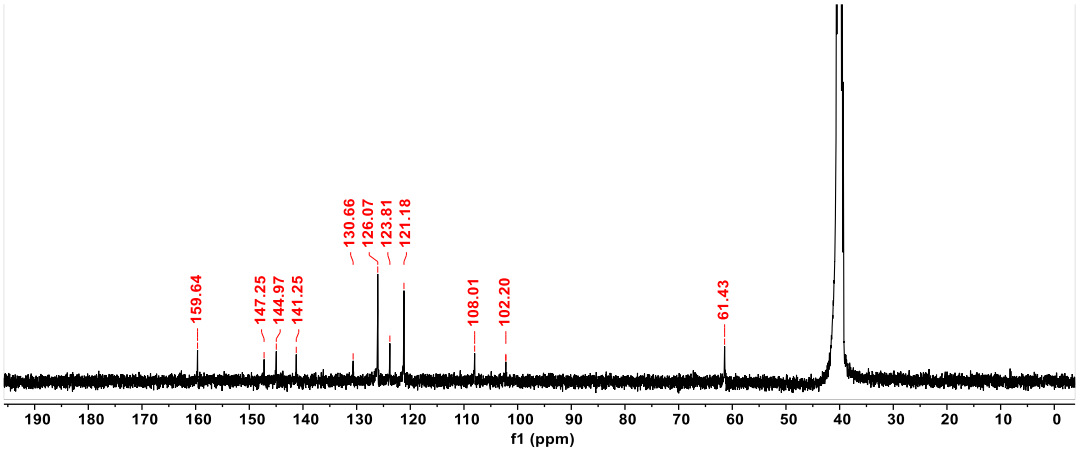


Figure 3 [13]C NMR spectrum of compound **2**.

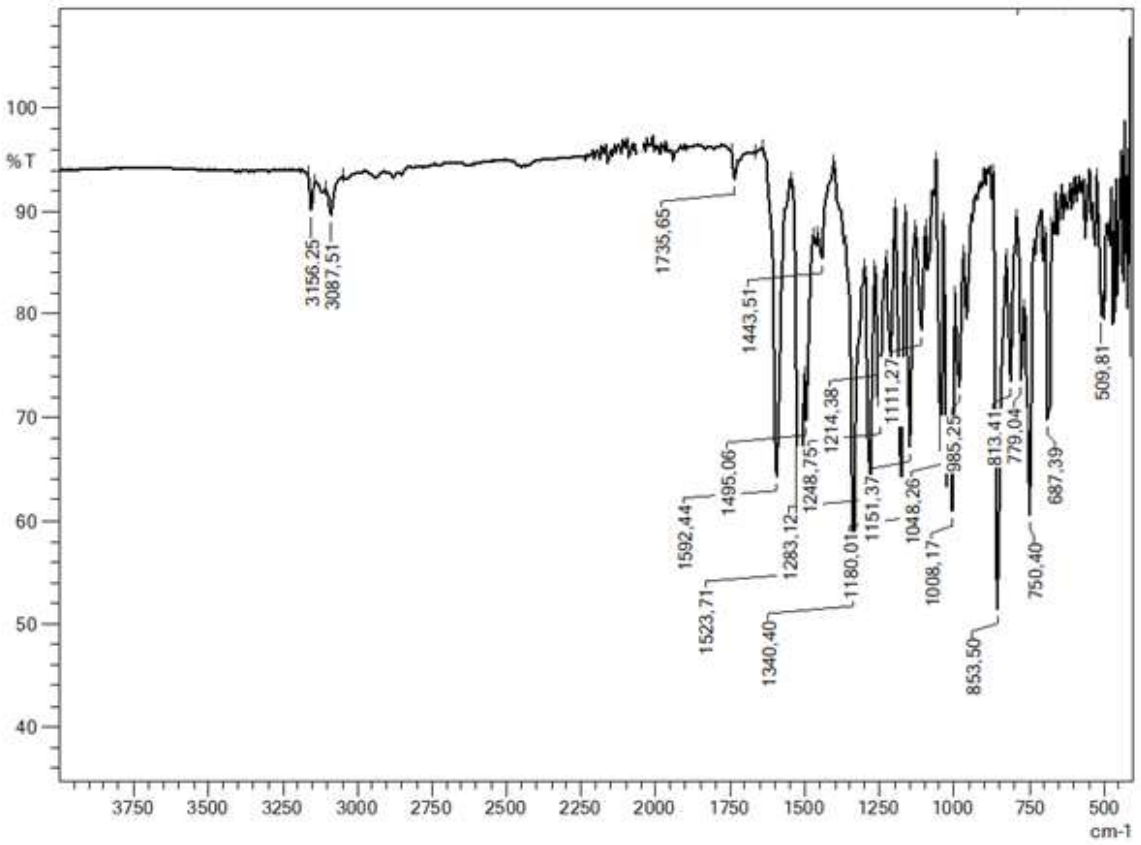


Figure 4 FT-IR spectrum of compound **2**.

3.2. Biological Activity

3.2.1. AChE and BChE Inhibition Assay

When the inhibition properties of compound 2 on AChE and BChE were examined, it was observed in Figures 5 and Figure 6 that the inhibition properties decreased with decreasing concentrations. Furthermore, the IC_{50} values of the compound were found to be 30.45 ± 0.0126 µM for AChE and 24.09 ± 0.254 µM for BChE, as shown in the graph. When compound 2 was compared with galantamine, which is used as a standard treatment for Alzheimer's disease, it was found to be non-selective for AChE inhibition, but exhibited the same level of inhibition as galantamine for BChE inhibition (Table 1).

Table 1 AChE and BChE enzyme inhibition assay parameters of compound **2**.

	IC_{50} (µM)	
	AChE	**BChE**
Compound 2	30.45 ± 0.0126	24.09 ± 0.254
Galantamine	9.1 ±0.012	24.15 ±0.38

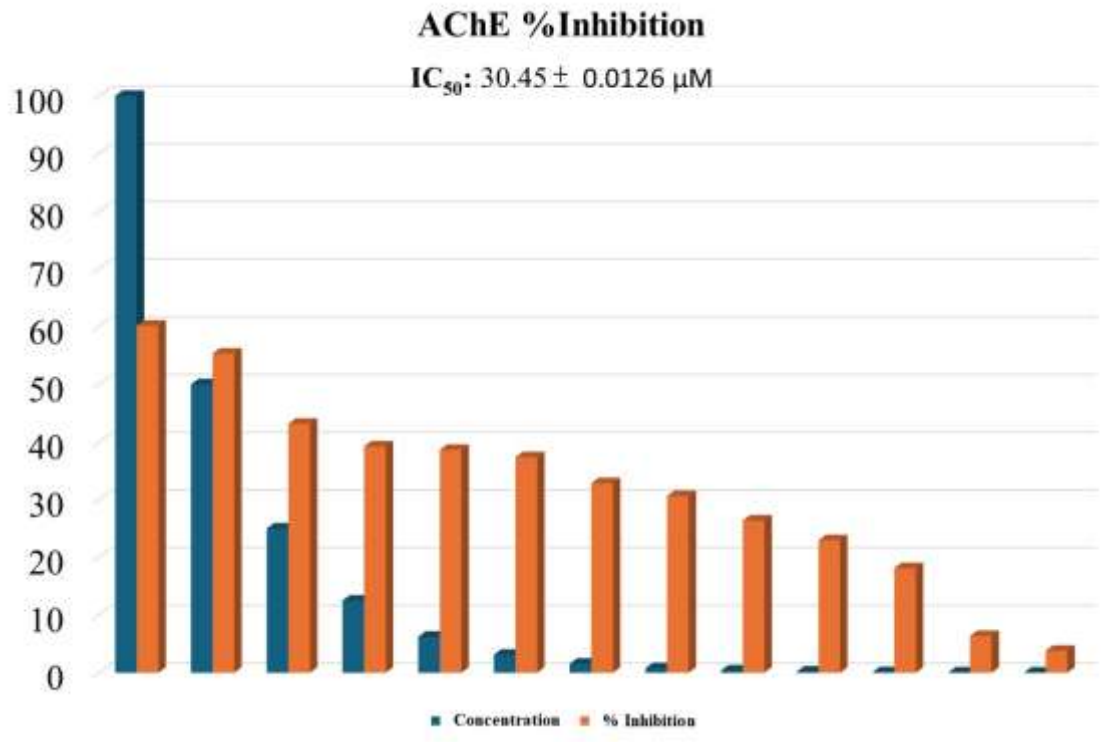


Figure 5 AChE inhibition parameter of compound **2**.

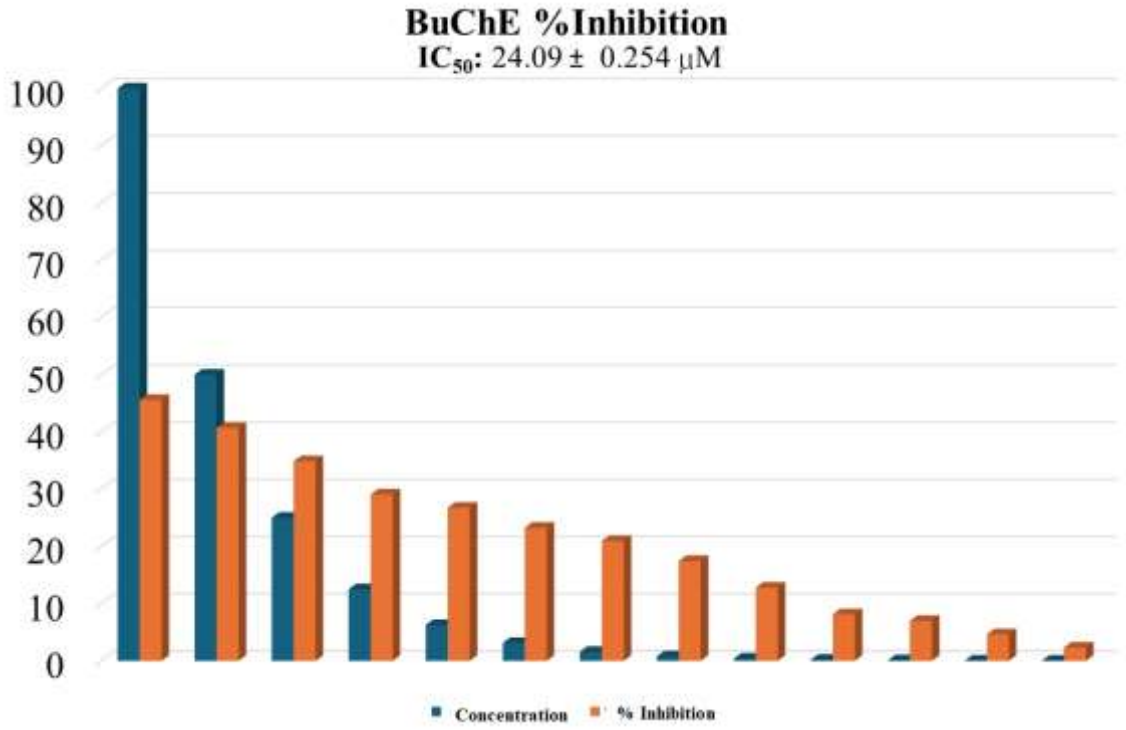


Figure 6 BChE inhibition parameter of compound **2**.

CONCLUSIONS

In conclusion, a novel 1,2,3-triazole hybrid was efficiently synthesized and characterized in detail using Cu(I)-catalyzed azide-alkyne cycloaddition. Inhibition studies showed that the IC_{50} value of compound 2 was 30.45 ± 0.0126 µM for AChE and 24.09 ± 0.254 µM for BChE. Then compared to the standard drug galantamine it was found to be non-selective for AChE inhibition, but exhibited the same level of inhibition as galantamine for BChE inhibition.

REFERENCES

Acuz, A., Güngör, Ö., Kılıçaslan, D., Güngör, S. A., & Köse, M. (2025). 1,2,3-Triazole naphthaldehyde compounds and their oxime derivatives: in vitro and in silico DNA binding properties. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*. https://doi.org/10.1080/07391102.2025.2490060

Campora, M., Canale, C., Gatta, E., Tasso, B., Laurini, E., Relini, A., Pricl, S., Catto, M., & Tonelli, M. (2021). Multitarget Biological Profiling of New Naphthoquinone and Anthraquinone-Based Derivatives for the Treatment of Alzheimer's Disease. *ACS Chemical Neuroscience*, *12*(3), 447–461. https://doi.org/10.1021/acschemneuro.0c00624

Deng, C., Yan, H., Wang, J., Liu, K., Liu, B. shan, & Shi, Y. min. (2022). 1,2,3-Triazole-containing hybrids with potential antibacterial activity against ESKAPE pathogens. In *European Journal of Medicinal Chemistry* (Vol. 244). Elsevier Masson s.r.l. https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2022.114888

Deng, M., Huang, L., Ning, B., Wang, N., Zhang, Q., Zhu, C., & Fang, Y. (2016). β-asarone improves learning and memory and reduces Acetyl Cholinesterase and Beta-amyloid 42 levels in APP/PS1 transgenic mice by regulating Beclin-1-dependent autophagy. *Brain Research*, *1652*, 188–194. https://doi.org/10.1016/j.brainres.2016.10.008

Gungor, O., Veziroglu, Y. E., Kose, A., Gungor, S. A., & Kose, M. (2023). New 1,2,3-triazoles and their oxime derivatives: AChE/BChE enzyme inhibitory and DNA binding properties. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*. https://doi.org/10.1080/07391102.2023.2292298

Kilpin, K. J., Crot, S., Riedel, T., Kitchen, J. A., & Dyson, P. J. (2014). Ruthenium(II) and osmium(II) 1,2,3-triazolylidene organometallics: A preliminary investigation into the biological activity of "click" carbene complexes. *Dalton Transactions*, *43*(3), 1443–1448. https://doi.org/10.1039/c3dt52584h

Korkmaz, R., Dilitatlı, S., Celik, M., Gungor, O., Gul, A., Comertpay, S., Gungor, S. A., & Kose, M. (2025). Low toxicity ferrocene-1,2,3-Triazole hybrids as acetylcholinesterase and butyrylcholinesterase inhibitors: Synthesis, antioxidant activity, enzyme inhibition, cytotoxicity properties and molecular docking studies. *International Journal of Biological Macromolecules*, *330*. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.148021

Marzi, M., Farjam, M., Kazeminejad, Z., Shiroudi, A., Kouhpayeh, A., & Zarenezhad, E. (2022). A Recent Overview of 1,2,3-Triazole-Containing Hybrids as Novel Antifungal Agents: Focusing on Synthesis, Mechanism of Action, and Structure-Activity Relationship (SAR). In *Journal of Chemistry* (Vol. 2022). Hindawi Limited. https://doi.org/10.1155/2022/7884316

Michalska, K., Bednarek, E., Gruba, E., Lewandowska, K., Mizera, M., & Cielecka-Piontek, J. (2017). Comprehensive spectral identification of key intermediates to the final product of the chiral pool synthesis of radezolid. *Chemistry Central Journal*, *11*(1). https://doi.org/10.1186/s13065-017-0309-x

Perry, C. M., Markham, A., Fass, R. J., & Wilson, S. E. (n.d.). *Piperacillin/Tazobactam An Updated Review of its Use in the Treatment of Bacterial Infections*.

Wilcock, G., Howe, I., Coles, H., Lilienfeld, S., Truyen, L., Zhu, Y., & Bullock, R. (2003). A Long-Term Comparison of Galantamine and Donepezil in the Treatment of Alzheimer's Disease. In *Drugs Aging* (Vol. 20, Issue 10).

Zhang, W., Li, Z., Zhou, M., Wu, F., Hou, X., Luo, H., Liu, H., Han, X., Yan, G., Ding, Z., & Li, R. (2014). Synthesis and biological evaluation of 4-(1,2,3-triazol-1-yl)coumarin derivatives as potential antitumor agents. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*, *24*(3), 799–807. https://doi.org/10.1016/j.bmcl.2013.12.095

YENİ 1,2,3-TRİAZOL HİBRİT BİLEŞİĞİNİN SENTEZİ, □-GLUKOZİDAZ İNHİBİSYONU ve BSA BAĞLANMA ÖZELLİĞİNİN İNCELENMESİ

Dr. Büşra Albayrak MISIR
Kahramanmaras Sutcu Imam University, Faculty of Science, Chemistry Department, Kahramanmaras, 46050, Turkiye
ORCID ID: 0009-0002-7061-4668
Dr. Ögr. Üyesi Özge GÜNGÖR
Kahramanmaras Sutcu Imam University, Faculty of Science, Chemistry Department, Kahramanmaras, 46050, Turkiye
ORCID ID: 0000-0003-3529-2704

ÖZET

Artrit, hemorajik şok, koroner arter hastalıkları, katarakt, diyabet, kanser, AIDS ve yaşa bağlı dejeneratif beyin hastalıkları gibi çok çeşitli insan rahatsızlıklarından sorumlu olabilen serbest radikaller ve oksijen türevleri, in vitro ortamda belirli bir metabolik süreçle sürekli olarak üretilir. Bu radikaller, proteinler, lipitler, lipoproteinler ve DNA dahil olmak üzere çoğu biyolojik sistemler ile kolayca reaksiyona girebilmektedir. Bu nedenle, yeni ve etkili terapötik ajanların araştırılmasına sürekli ihtiyaç duyulmaktadır. Plazma proteininin ana bileşenlerinden biri olan sığır serum albümini (BSA), metabolizmada birçok endojen ve ekzojen bileşiğin taşınmasında ve metabolize edilmesinde önemli bir rol oynamakta ve normal hücre fonksiyonlarının sürdürülmesi için hayati önem taşımaktadır. Bu çalışmada, tıbbi açıdan önemli, sıra dışı ligand bağlama özellikleri, bulunabilirliği ve insan serum albümini (HSA) ile yapısal benzerliği nedeniyle BSA bağlanma çalışmaları gerçekleştirilmiştir. 1,2,3-Triazol türevleri, elektron açısından zengin poli nitrojen grupları içeren, yüksek stabiliteye ve etkili farmakolojik özelliklere sahip, ayrıca biyolojik sistemlerle etkili hidrojen bağları oluşturma kapasitesine sahip bir grup heterosiklik bileşiktir. Bu nedenle, aktif gruplara triazol gruplarının eklenmesi, biyolojik sisteme bağlanma kapasitesini artırmak ve hedef bileşiklerin suda çözünürlüğünü artırmak için çok önemlidir. Bu sebeple yeni 1,2,3-triazol sentezi ve karakterizasyonu, potansiyel farmakolojik kullanımları açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmada, yeni halojen grubu içeren 1,2,3-triazol hibrit bileşiği başarıyla sentezlenmiş ve bileşiğin yapısı çeşitli spektroskopik tekniklerle (FT-IR, $^{1}H/^{13}C$ NMR) karakterize edilmiştir. Bileşiğin in vitro α-glukozidaz inhibisyon testleri ve BSA bağlanma çalışmaları gerçekleştirilmiştir.

Anahtar kelimeler: BSA bağlanma, α-glukozidaz inhibisyonu, benzamid, 1,2,3-triazol.

SYNTHESIS OF NEW 1,2,3-TRIAZOLE HYBRID COMPOUND AND INVESTIGATION OF α-GLUCOSIDASE INHIBITION AND BSA BINDING PROPERTIES

ABSTRACT

Free radicals and their oxygen derivatives, which may be responsible for a wide range of human disorders such as arthritis, hemorrhagic shock, coronary artery disease, cataracts, diabetes mellitus, cancer, AIDS, and age-related degenerative brain diseases, are constantly produced in vitro by a specific metabolic process. These radicals readily react with most biological systems, including proteins, lipids, lipoproteins, and DNA. Therefore, there is a continuing need to search for new and effective therapeutic agents. Bovine serum albumin (BSA), a major component of plasma protein, plays a crucial role in the transport and metabolism of many endogenous and exogenous compounds and is vital for maintaining normal cell functions. In this study, BSA binding studies were conducted due to its medically important, unusual ligand-binding properties, availability, and structural similarity to human serum albumin (HSA). 1,2,3-Triazole derivatives are a group of heterocyclic compounds containing electron-rich poly nitrogen groups, with high stability and effective pharmacological properties, as well as the capacity to form effective hydrogen bonds with biological systems. Therefore, the addition of triazole groups to active groups is crucial for increasing binding capacity to biological system and increasing the water solubility of target compounds. Therefore, the synthesis and characterization of new 1,2,3-triazoles is of great importance for their potential pharmacological applications. In this study, a novel halogen-containing 1,2,3-triazole hybrid compoundwas successfully synthesized and its structure was characterized using various spectroscopic techniques (FT-IR, $^{1}H/^{13}C$ NMR). In vitro α-glucosidase inhibition tests and BSA binding studies were performed on the compound.

Keywords: BSA binding, α-glucosidase inhibition, benzamide, 1,2,3-triazole.

1. INTRODUCTION

Diabetes mellitus (DM) is a chronic metabolic disease that affects many people and is responsible for around 1.5 million deaths worldwide each year (Singh et al., 2024). It is characterised by hyperglycaemia in both fasting and post-meal states(Home, 2005). The long-term consequences of this chronic hyperglycaemia can be severe, potentially resulting in long-term organ damage or dysfunction in various vital organs, including the heart, blood vessels, kidneys (nephropathy), nerves (neuropathy), and eyes (retinopathy) (Rozi et al., 2019). Two types of diabetes have been identified: type 1, also known as non-insulin-dependent diabetes mellitus, and type 2, also known as non-insulin-dependent diabetes mellitus. Type 1 diabetes is

diagnosed in 5-10% of diabetics and occurs when the pancreas fails to produce insulin. The most important part of treating type 1 diabetes is giving the patient daily insulin and helping them to change their diet and lifestyle (Insel et al., 2015). Type 2 diabetes accounts for around 90% of cases and occurs when the body becomes insulin-resistant or does not produce enough insulin. Currently, several promising treatments are available to treat type 2 diabetes. These include insulin blockers (α-glucosidase contrast agents), dipeptidyl peptidase-4 (DPP-4), sodium-glucose cotransporter 2 (SGLT2), insulin distributors (sulfonylureas and non-sulfonylureas), insulin absorbers, and chillers(Erdoğan et al., 2025).

Bovine serum albumin (BSA), a major component of plasma protein, plays a crucial role in the transport and metabolism of many endogenous and exogenous compounds and is vital for maintaining normal cell functions. In this study, BSA binding studies were conducted due to its medically important, unusual ligand-binding properties, availability, and structural similarity to human serum albumin (HSA).

Compounds that play key roles in many physiologically important substances are heterocyclic compounds, which are abundant in nature and present in the structure of vitamins, nucleic acids, drugs, dyes, and agricultural chemicals (Kazempour-Dizaji et al., 2023). They are well-known in the pharmaceutical industry, particularly in medicinal chemistry and drug chemistry. Developing new drugs has been a challenging task for medicinal chemists. Heterocyclic derivatives, such as triazoles, have attracted considerable attention in biological systems in recent years. 1,2,3-triazole compounds are being investigated as primary candidates for various biological applications. Their efficacy spans a wide range, including their roles as agents against cancer, microbes, tuberculosis, viruses, diabetes, malaria, leishmaniasis, and neuroprotection (Avula et al., 2018).

In this study, a new primidone-1,2,3-triazole hybride compound was synthesized. The structure of the synthesized ligand was characterized by ^{1}H NMR and FT-IR studies. The structure of the compound is given in **Figure 1.** In addition, studies were carried out on the BSA binding and α-glucosidase inhibition properties of the synthesized compound. In the α-glucosidase enzyme inhibition study of the compound, the % inhibition values and IC_{50} value were examined using spectrophotometric methods. The quenching constant Ksv of the compound's BSA has been calculated.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Chemistry

2.1.1. General

Azide compound (**1**) was prepared according to the general method in the literature(S. A. Güngör et al., 2023). 1,2,3-Triazole alcohol compound (**2**) were obtained by following the click method in the literature(Erdoğan et al., 2025).

2.1.2. Synthesis of 4-(chloromethyl)-1-(4-nitrophenyl)-1H-1,2,3-triazole (3)

Compound **3** was synthesized using literature data as described below (Zhi et al., 2022). Compound **3** was dissolved in dichloromethane and the mixture was adjusted to 0°C. Thionyl chloride (2 mL) was added to the cold mixture and the reaction mixture was stirred at 40°C for 3 hours. The reaction was terminated by TLC control. The mixture was dripped onto cold water (30 mL) and then extracted with dichloromethane (3 x 30 mL). The organic phase was dried with anhydrous sodium sulfate and the solvent was removed. The product was obtained as a colorless oil and no further purification was required.

2.1.3. 5-(((1-(4-nitrophenyl)-1H-1,2,3-triazol-4-yl)methyl)thio)-4H-1,2,4-triazol-3-amine (5)

Compound **5** was synthesized using literature data as described below(Wang et al., 2017). 3-amino-5-mercapto-1,2,4-triazole (**4**) (1.0 g) was dissolved in acetone (30 mL). Sodium carbonate (1.37 g, 12.92 mmol), sodium iodide (129.06 mg, 0.861 mmol), and compound **3** (2.26 g, 9.47 mmol) were added, respectively. The reaction mixture was stirred at 60°C for 3-6 hours and cooled to room temperature. Na_2CO_3 and NaI were removed by filtration. The solvent was removed from the filtrate and then dissolved in EtOAc. The organic phase was washed with water (2 x 10 mL) and saline (2 x 20 mL) and then dried via Na_2SO_4. After solvent removal, the product was obtained.

2.1.4. 5-methyl-2- (((1-(4-nitrophenyl)-1H-1,2,3-triazol-4-yl)methyl)thio)-[1,2,4] triazolo [1,5-a] pyrimidin-7(4H)-one (6)

Compound **5** (1 g, 1.0 equivalent) and ethyl acetoacetate (1.0 equivalent) were dissolved in 10 mL of AcOH, and the solution was maintained at 120°C for approximately 3–6 hours. After the reaction was complete, the mixture was cooled to room temperature; the resulting white precipitate was filtered, washed with water, and dried under vacuum to obtain the desired compound **6**.

Molecular Formula: $C_{15}H_{12}N_8O_3S$. **M.W:** 384.3740 g/mol. **M.P:** 255 ◦C. **Color:** Pale brown. **Yield:** 56 %. **^{1}H NMR** (400 MHz, CDCl3) δ 8.39 (s, 1H), 8.20 (d, *J* = 8.4 Hz, 2H), 7.84 (d, *J* =

8.6 Hz, 2H), 5.89 (s, 1H), 4.67 (s, 2H), 2.53 (s, 3H). **FT-IR** (cm^{-1}) 3419, 3362, 3093, 2921, 2852, 1644, 1592, 1506, 1483, 1409, 1340, 1277, 1248, 1174, 1111, 1976, 1042, 979, 853, 744, 681, 498.

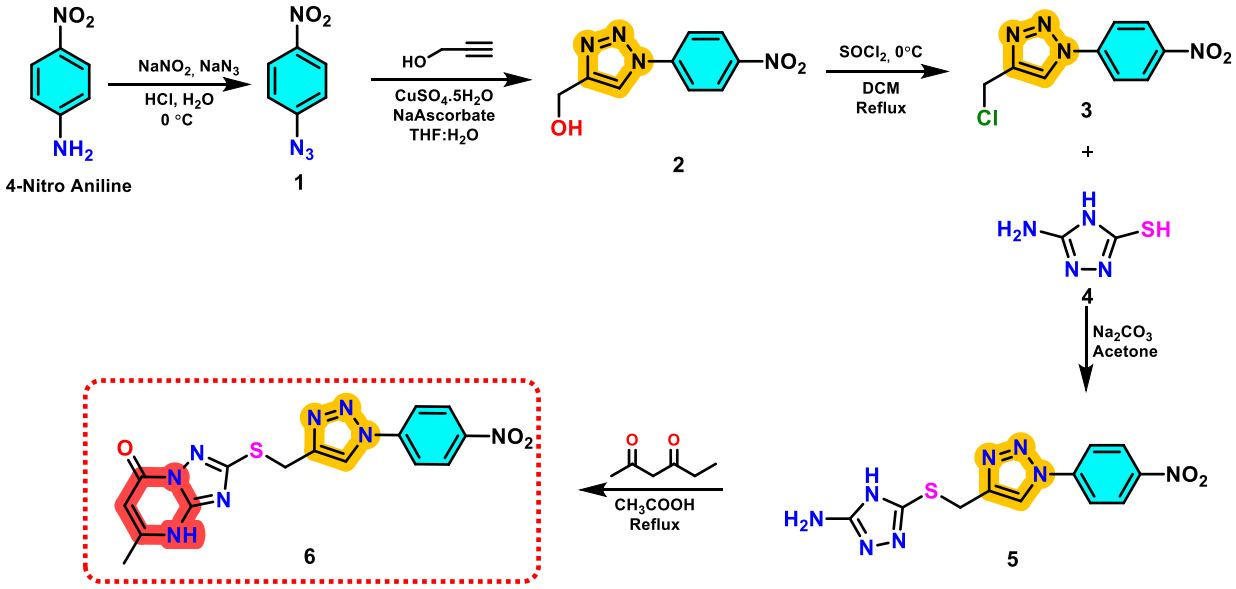


Figure 7 Synthesis scheme of new 1,2,3-triazole compound **6**.

2.2. Biological Studies

2.2.1. BSA Binding

The investigation of the interaction between the compound 6 and bovine serum albumin (BSA) was carried out by monitoring the fluorescence quenching of the protein in the presence of different concentrations of the ligands. For that, the compounds in different concentrations (0–100 mM) were added to a BSA (2.5 mM) solution in phosphate buffer (pH = 7.4). Using the molar absorption coefficient of BSA at 298 nm (43,824 mol $^{-1}$ L cm ^{1}), its concentration was determined. The samples were added, and the fluorescence spectra were monitored on a Perkin Elmer (Molecular Devices) instrument at 298 K by exciting at 298 nm. (Ö. Güngör et al., 2026)

2.2.2. α-Glucosidase Enzyme Inhibition Study

The inhibitory ability of title compound on α-glucosidase was evaluated following the previously reported procedure with minor adjustment (Abchir et al., 2024). For this, α-glucosidase from Saccharomyces cerevisiae was purchased from Sigma Aldrich, and p-nitrophenyl-α-D-glucopyranoside (p-NPG) acted as a substrate. Acarbose was used as the positive control. In summary, the compound (acarbose) and the enzyme (0.1 U/mL) were dissolved in 0.1 M potassium phosphate buffer (pH 6.8). Then, 10 µL of the compound and 150

μL of the enzyme were added to 96-well plates and left to incubate at 37 °C for 15 minutes. Subsequently, 40 μL of 1.25 mM substrate (dispersed in 0.1 M potassium phosphate buffer, pH = 6.8) was added to each well to instigate the enzymatic reaction. The end point of the experiment was the determination of the absorbance values of each well at 405 nm. This was done by a Varioskan Lux multifunction microplate reader (Thermo Fisher Scientific) after another incubation at 37 °C for 0.5 h. The inhibition percentage of α-glucosidase activity was then calculated using the following equation:

$$\text{Inhibition (\%)} = (1 - \Delta A \text{ sample}/\Delta A \text{ control}) \times 100.$$

The IC_{50} values signify the concentration of tested derivatives or acarbose. These values inhibit fifty percent of the enzyme activity. GraphPad Prism calculated the IC_{50} values. All experiments were performed three times

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Chemistry

As shown in Figure 1, the aim of this study is to synthesize a novel synergistic compound containing 1,2,4-triazole and 1,2,3-triazole groups and to investigate their α-glucosidase inhibition and DNA binding properties. For this purpose, the propargyl triazole compound (2) was first synthesized according to the click reaction described in the literature (Erdoğan et al., 2025), as shown in the synthesis scheme (Figure 1). Subsequently, the exchange of the alcohol group with chlorine was carried out by a nucleophilic substitution reaction using thionyl chloride ($SOCl_2$). Compound 3 and 3-amino-5-mercapto-1,2,4-triazole (4) were reacted in acetone at 60°C using the method given in the literature (Wang et al., 2017) to obtain compound 5. Finally, compound 6 was obtained with 56% yield and light brown color as a result of the ring-closing reaction of compound 5 with ethyl acetoacetate. The structure of 1,2,3-triazole-based hybrid 6 was characterized by ^{1}H NMR and FT-IR spectroscopy. The spectra of compound 6 are shown in Figure 2 (^{1}H NMR) and Figure 3 (FT-IR).

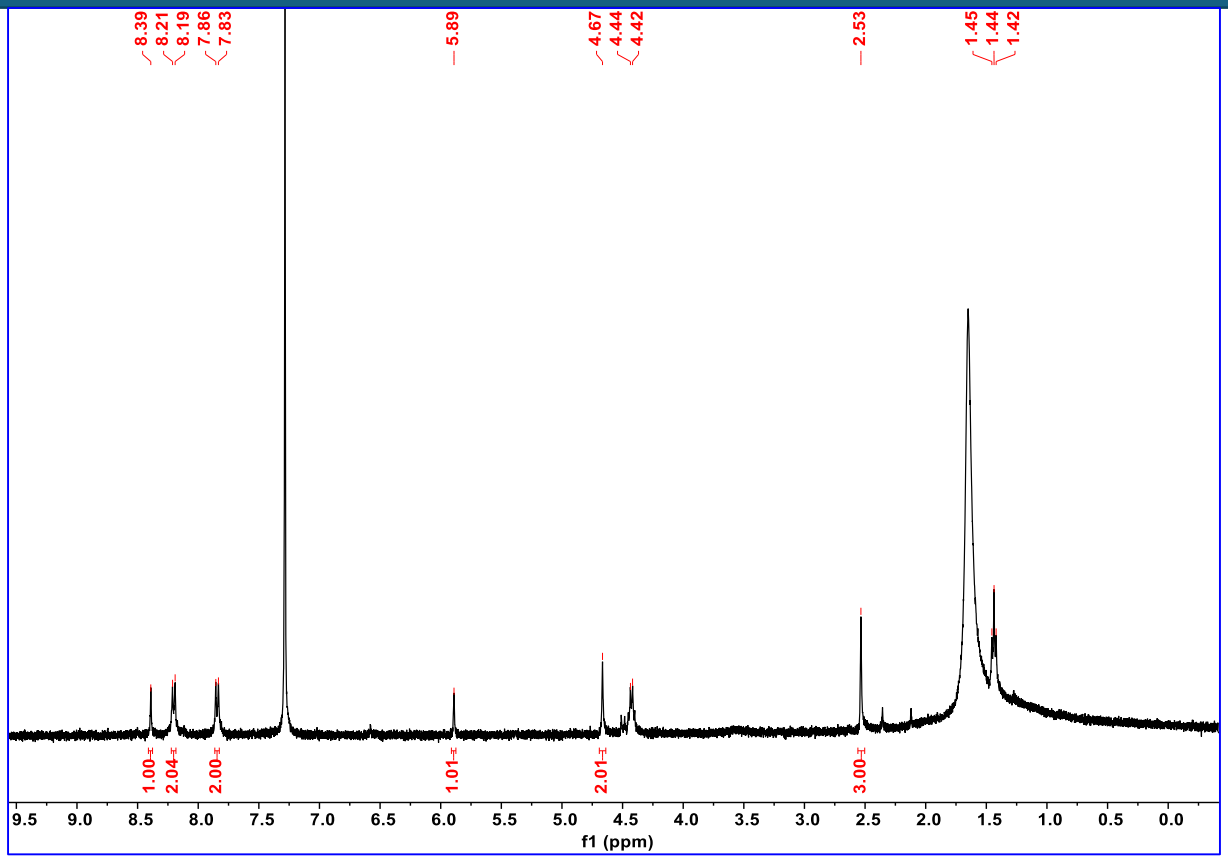


Figure 8 ^{1}H NMR spectrum of compound **6**.

The ^{1}H NMR spectrum of the synthesized compound **6** was obtained in DMSO-d_6 solvent. Examination of the spectrum revealed that the single signal observed at 8.39 ppm was attributed to the proton of the triazole ring in the structure. The paired signals observed at 8.20 and 7.84 ppm were determined to correspond to the symmetrical protons in the aromatic rings to which the nitro group is attached. The single signal at 4.67 ppm in the ^{1}H spectrum of compound **6** corresponds to the proton signals of the ethyl (-CH_2-O) group attached to the 1,2,3-triazole group. The aromatic proton in the pyrimidone ring was observed as a single signal at 5.89 ppm, and the aliphatic methyl protons at 2.53 ppm (**Figure 2**). Examination of the integration values in the spectrum of compound **6** clearly shows that the proton numbers are consistent with the structure.

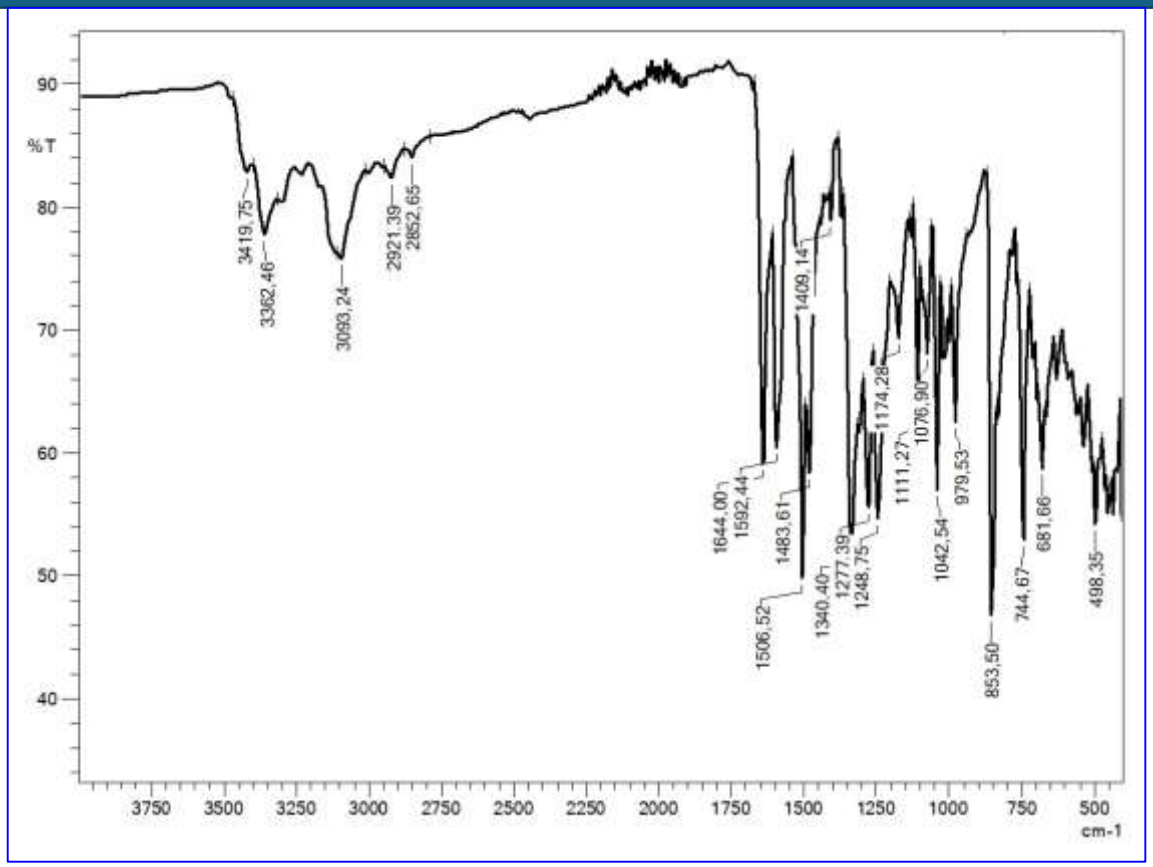


Figure 9 FT-IR spectrum of compound **6**.

The FT-IR spectrum of the synthesized compound was examined in the range of 4000–450 cm^{-1}, and the spectral data are given in **Figure 3**. The characteristic stretching bands in the spectrum of compound **6** are consistent with the proposed structure. The characteristic carbonyl (C=O) vibrational band of the primidone ring is observed at 1644 cm^{-1}. Furthermore, the asymmetric stretching band of the nitro group (N-O) appears at 1506 cm^{-1} and the symmetric stretching band at 1340 cm^{-1}. When the FT-IR spectra of the compound groups within the scope of this study are examined, it is seen that the characteristic signals observed around 2132–2091 cm^{-1} in the starting compounds azide and propargyl disappear; this proves that the reactions were successful.

3.2. Biological Activities

3.2.1. BSA Binding

At 368 nm, where fluorescence emission of BSA protein was observed (Tayeh et al., 2009)**,** the 1,2,3-triazole compound did not show a similar fluorescence emission. We determined the binding constants of bovine serum albumin (BSA) with compound **6** by following the published procedure and using fluorescence emission to monitor changes in BSA depending on the

relevant compound **6**. Tris buffer was used to maintain the pH of the solution in each experiment (Krishnan & Sheela, 2023). The small amount of dimethyl sulfoxide (DMSO) used to dissolve the 1,2,3-triazole compound did not affect our measurements. **Figure 4** shows the fluorescence emission changes used to calculate the binding constants. As shown in **Figure 4**, the strong emission intensity observed at 368 nm from the BSA solution (λ_{ex} = 298 nm, pH 7.4) decreased with the addition of compound **6**. When BSA was titrated with different amounts of the complex, a significant intrinsic fluorescence quenching of BSA was observed. This quenching can be described using the Stern–Volmer equation (Xiang & Wu, 2010):

$$I_0/I = 1 + K_q\tau_0[Q] = 1 + K_{sv}[Q]$$

where I_0 and I represent fluorescence intensities in the absence and presence of quencher, respectively. K_q is the quenching rate constant of the biomolecule, K_{sv} is the dynamic quenching constant, τ_0 is the average lifetime of the biomolecule without quencher (τ_0 = 6.2 ns [45]) and [Q] is the quencher concentration.

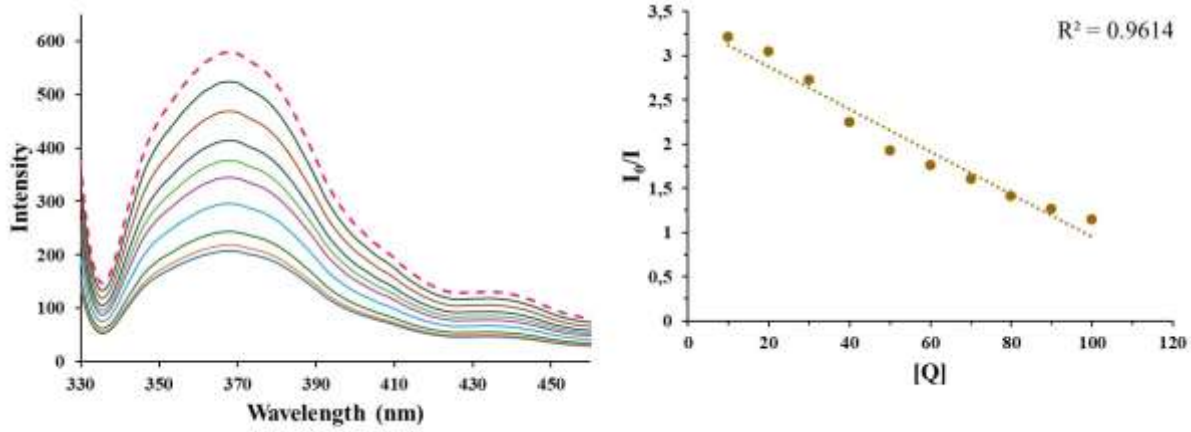


Figure 10 Emission spectra of BSA (1 μM) in the presence of increasing amount of compound **6** [0 to 1000 μM]. (b) The Stern-Volmer plot of I_0/I versus [Q] (quencher concentration) (λ_{ex}=298).

The K_{sv} and K_q values of compound **6** are given in **Table 1**. It was observed that the K_{sv} value of compound **6** is 5.44 x 10^4(Chaves et al., 2017).

Table 2 The values of the BSA binding constants of the compound **2**.

	K_{sv} (10^4 M)	K_q (10^{11} M)	%	K_{app} 10^4 (M^{-1})	n
Compound 6	5.44	5.44	45	1.25	1.17

3.2.2. α-Glucosidase Enzyme Inhibition Study

The synthesized primidone-1,2,3-triazole was evaluated for its α-glucosidase inhibitory properties according to the general protocol (Wilkinson, 2007). The synthesized compounds showed significant inhibition with IC_{50} values of 18.26 ± 1.2 µM compared to standard acarbose (IC_{50} = 140.15 ± 0.1845 µM). The compound was found to be significantly active and exhibiting inhibition in the concentration range of 52.2-0.52 µM. The compound appears to have a central triazole structure that is activated by the enzyme site. The methyl group in the primidone ring and the nitro group at the p positions in the aromatic ring contributed to enzyme inhibition through hydrophobic or van der Waals interactions.

CONCLUSIONS

In this study, a novel primidone-1,2,3-triazole hybrid was successfully synthesized through a series of reactions, and its structure was elucidated by FT-IR and ^{1}H NMR. Studies on the binding of the newly synthesized compound to BSA and its α-glucosidase inhibition were performed. In this research, the interaction of the primidone-1,2,3-triazole hybrid with BSA was evaluated using spectroscopic techniques. The examination of the interaction of primidone-1,2,3-triazole hybride with BSA revealed high extinction constant at 5.44 x10^4. This finding indicates the potential for compound transportation by binding to the protein structure. Furthermore, this study reports for the first time that compound 6 possesses intestinal α-glucosidase inhibitor and antihyperglycemic activity. Therefore, it can be used as a model compound for the design and development of therapeutics based on α-glucosidase inhibitor antihyperglycemic activity. This study also introduces primidone-1,2,3-triazole hybrid as a novel class of α-glucosidase inhibitors.

REFERENCES

Abchir, O., Khedraoui, M., Yamari, I., Nour, H., Errougui, A., Samadi, A., & Chtita, S. (2024). Exploration of alpha-glucosidase inhibitors: A comprehensive in silico approach targeting a large set of triazole derivatives. *PLoS ONE*, *19*(9). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0308308

Avula, S. K., Khan, A., Rehman, N. U., Anwar, M. U., Al-Abri, Z., Wadood, A., Riaz, M., Csuk, R., & Al-Harrasi, A. (2018). Synthesis of 1H-1,2,3-triazole derivatives as new α-glucosidase inhibitors and their molecular docking studies. *Bioorganic Chemistry*, *81*, 98–106. https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2018.08.008

Chaves, O. A., da Silva, V. A., Sant'Anna, C. M. R., Ferreira, A. B. B., Ribeiro, T. A. N., de Carvalho, M. G., Cesarin-Sobrinho, D., & Netto-Ferreira, J. C. (2017). Binding studies of lophirone B with bovine serum albumin (BSA): Combination of spectroscopic and molecular docking techniques. *Journal of Molecular Structure*, *1128*, 606–611. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2016.09.036

Erdoğan, E., Güngör, Ö., Güngör, S. A., Köse, M., & Tümer, M. (2025). New 1,2,3-triazole-quinazolinone skeleton as potential cholinesterase and α-amylase inhibitors: In vitro and in silico studies. *Journal of Molecular Liquids*, *424*. https://doi.org/10.1016/j.molliq.2025.126986

Güngör, Ö., Güngör, S. A., Sayin, K., & Köse, M. (2026). Synthesis, spectroscopic, DNA/BSA, Molecular Docking, and DFT studies of pyridine bis-benzimidazole compounds containing cinnamyl groups. *Journal of Molecular Structure*, *1349*. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2025.143729

Güngör, S. A., Köse, M., Tümer, M., Türkeş, C., & Beydemir, Ş. (2023). Synthesis, characterization and docking studies of benzenesulfonamide derivatives containing 1,2,3-triazole as potential ınhibitor of carbonic anhydrase I-II enzymes. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, *41*(20), 10919–10929. https://doi.org/10.1080/07391102.2022.2159531

Home, P. (2005). Contributions of basal and post-prandial hyperglycaemia to micro- and macrovascular complications in people with type 2 diabetes. In *Current Medical Research and Opinion* (Vol. 21, Issue 7, pp. 989–998). https://doi.org/10.1185/030079905X49662

Insel, R. A., Dunne, J. L., Atkinson, M. A., Chiang, J. L., Dabelea, D., Gottlieb, P. A., Greenbaum, C. J., Herold, K. C., Krischer, J. P., Lernmark, A., Ratner, R. E., Rewers, M. J., Schatz, D. A., Skyler, J. S., Sosenko, J. M., & Ziegler, A. G. (2015). Staging presymptomatic type 1 diabetes: A scientific statement of jdrf, the endocrine society, and the American diabetes association. *Diabetes Care*, *38*(10), 1964–1974. https://doi.org/10.2337/dc15-1419

Kazempour-Dizaji, M., Mojtabavi, S., Sadri, A., Ghanbarpour, A., Faramarzi, M. A., & Navidpour, L. (2023). Arylureidoaurones: Synthesis, in vitro α-glucosidase, and α-amylase inhibition activity. *Bioorganic Chemistry*, *139*. https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2023.106709

Krishnan, D., & Sheela, A. (2023). A review on DNA/BSA binding and cytotoxic properties of multinuclear Schiff's base complexes. *Results in Chemistry*, *5*. https://doi.org/10.1016/j.rechem.2022.100732

Rozi, M. F., Darlan, D. M., Kunci, K., & Zoonosis, : (2019). Blastocytosis hominis: The Summary From A to Z SUMEJ Sumatera Medical Journal. *Sumatera Medical Journal (SUMEJ)*, *02*(02), 85–95.

Singh, A., Singh, K., Sharma, A., Kaur, U., Kaur, K., & Mohinder Singh Bedi, P. (2024). Recent Developments in 1,2,3-Triazole Based α-Glucosidase Inhibitors: Design Strategies, Structure-Activity Relationship and Mechanistic Insights. In *Chemistry and Biodiversity* (Vol. 21, Issue 9). John Wiley and Sons Inc. https://doi.org/10.1002/cbdv.202401109

Tayeh, N., Rungassamy, T., & Albani, J. R. (2009). Fluorescence spectral resolution of tryptophan residues in bovine and human serum albumins. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, *50*(2), 107–116. https://doi.org/10.1016/j.jpba.2009.03.015

Wang, S., Zhao, L. J., Zheng, Y. C., Shen, D. D., Miao, E. F., Qiao, X. P., Zhao, L. J., Liu, Y., Huang, R., Yu, B., & Liu, H. M. (2017). Design, synthesis and biological evaluation of [1,2,4]triazolo[1,5-a]pyrimidines as potent lysine specific demethylase 1 (LSD1/KDM1A) inhibitors. *European Journal of Medicinal Chemistry*, *125*, 940–951. https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2016.10.021

Xiang, Y., & Wu, F. (2010). Study of the interaction between a new Schiff-base complex and bovine serum albumin by fluorescence spectroscopy. *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, *77*(2), 430–436. https://doi.org/10.1016/j.saa.2010.06.010

Zhi, T. X., Liu, K. Q., Cai, K. Y., Zhao, Y. C., Li, Z. W., Wang, X., He, X. H., & Sun, X. Y. (2022). Anti-Lung Cancer Activities of 1,2,3-Triazole Curcumin Derivatives via Regulation of the MAPK/NF-κB/STAT3 Signaling Pathways. *ChemMedChem*, *17*(3). https://doi.org/10.1002/cmdc.202100676

1,2,3-TRİAZOL ALDEHİT İÇEREN BİLEŞİKLERİN DNA BAĞLANMA VE MOLEKÜLER YERLEŞTİRME ÇALIŞMALARI

Doç. Dr. Seyit Ali GÜNGÖR
Kahramanmaras Sutcu Imam University Faculty of Science, Chemistry Department, Kahramanmaras, 46050, Turkiye
ORCID ID: 0000-0002-3233-4529
Dr. Ögr. Üyesi Özge GÜNGÖR
Kahramanmaras Sutcu Imam University Faculty of Science, Chemistry Department, Kahramanmaras, 46050, Turkiye
ORCID ID: 0000-0003-3529-2704

ÖZET

Bu çalışmada, bir dizi 1,2,3-triazol-aldehit bileşiğinin sentezi ve DNA bağlanma özellikleri incelenmiştir. 1,2,3-triazol-aldehit bileşikleri (2a ve 2b), Cu(I) katalizli klik reaksiyonları kullanılarak sentezlenmiştir. Bileşiklerin yapıları FT-IR ve $^{1}H/^{13}C$ NMR spektroskopisi yöntemleriyle karakterize edilmiştir. Bileşiklerin DNA bağlanma özellikleri, in vitro spektrofotometrik yöntemler ve moleküler yerleştirme (docking) çalışmaları ile değerlendirilmiştir. Spektrofotometrik analizler, 2a ve 2b bileşikleri ile FSds-DNA arasında kompleks oluştuğunu göstermiştir. Hesaplanan bağlanma sabitleri, bileşiklerin DNA'ya oluk bağlanması mekanizmasıyla etkileştiğine işaret etmektedir. Bu bulguları desteklemek amacıyla, etidyum bromür yer değiştirme testi uygulanmıştır. Moleküler yerleştirme çalışmaları ise, bileşiklerin FSds-DNA'nın küçük oluğuna bağlandığını göstererek deneysel sonuçları doğrulamıştır. Böylece, bileşiklerin DNA ile olan bağlanma etkileşimleri hem deneysel hem de hesaplamalı yöntemlerle ayrıntılı olarak ortaya konmuştur.

Anahtar kelimeler: Klik Kimyası, DNA Bağlanması, Moleküler Yerleştirme

DNA BINDING AND MOLECULAR DOCKING STUDIES OF 1,2,3-TRIAZOLE ALDEHYDE-CONTAINING COMPOUNDS

ABSTRACT

In this study, the synthesis and DNA-binding properties of a series of 1,2,3-triazole–aldehyde compounds were investigated. The 1,2,3-triazole–aldehyde derivatives (2a and 2b) were synthesized via Cu(I)-catalyzed click reactions. The structures of the synthesized compounds were characterized using FT-IR spectroscopy as well as ^{1}H and ^{13}C NMR spectroscopic techniques. The DNA-binding properties of the compounds were evaluated by in vitro spectrophotometric methods and molecular docking studies. Spectrophotometric analyses revealed the formation of complexes between compounds 2a and 2b and FSds-DNA. The calculated binding constants suggested that the compounds interact with DNA through a groove-binding mechanism. To further support these findings, an ethidium bromide

displacement assay was performed. Molecular docking studies confirmed the experimental results by demonstrating that the compounds bind to the minor groove of FSds-DNA. Thus, the DNA-binding interactions of the compounds were comprehensively elucidated using both experimental and computational approaches.

Keywords: Click Chemistry, DNA Binding, Molecular Docking

INTRODUCTION

Heterocyclic compounds are considered a vital class of organic compounds used in numerous biological fields and are effective in treating various diseases (Qadir et al., 2022). DNA and RNA, chlorophyll, hemoglobin, vitamins, and many other biological molecules contain a heterocyclic ring in their main skeleton (Torabi et al., 2025). Numerous heterocyclic compounds find applications in the treatment of various common diseases; for example, triazine derivatives have been utilized as antimicrobial herbicides, urinary tract antiseptics, and anti-inflammatory agents (Heravi & Zadsirjan, 2020; Kabir & Uzzaman, 2022). Recently, 1,2,3-triazoles have become increasingly important in drug discovery and medicinal chemistry due to their biological activities, including antimicrobial, anti-inflammatory, anticancer, antioxidant, antifungal, antiallergic, and anticholinesterase properties(Lengerli et al., 2022). Medicinal chemists have considered the synthesis of 1,2,3-triazoles, which are five-membered heterocyclic systems containing nitrogen atoms, as a cornerstone of medicinal chemistry(Dheer et al., 2017). 1,2,3-triazoles are stable to reduction, oxidation, and hydrolysis under acidic and basic conditions and possess a high dipole moment (Lakhani et al., 2025). These compounds can actively participate in hydrogen bond formation, facilitating easy binding to biological molecules and increasing their solubility. Due to all these properties of 1,2,3-triazoles, many hybrids of 1,2,3-triazole derivatives have been designed and synthesized. In this study, DNA binding and docking studies were performed on the 1,2,3-triazole aldehyde compound we synthesized, which contains different substituted groups in the para position; furthermore, substitution experiments were conducted with EB DNA stains to determine the binding mode to DNA, and it was determined that the compounds bind to DNA via the minor groove. Additionally, molecular docking studies were conducted to determine the precise binding mode.

MATERIAL AND METHODS

Synthesis of Compounds 2a and 2b

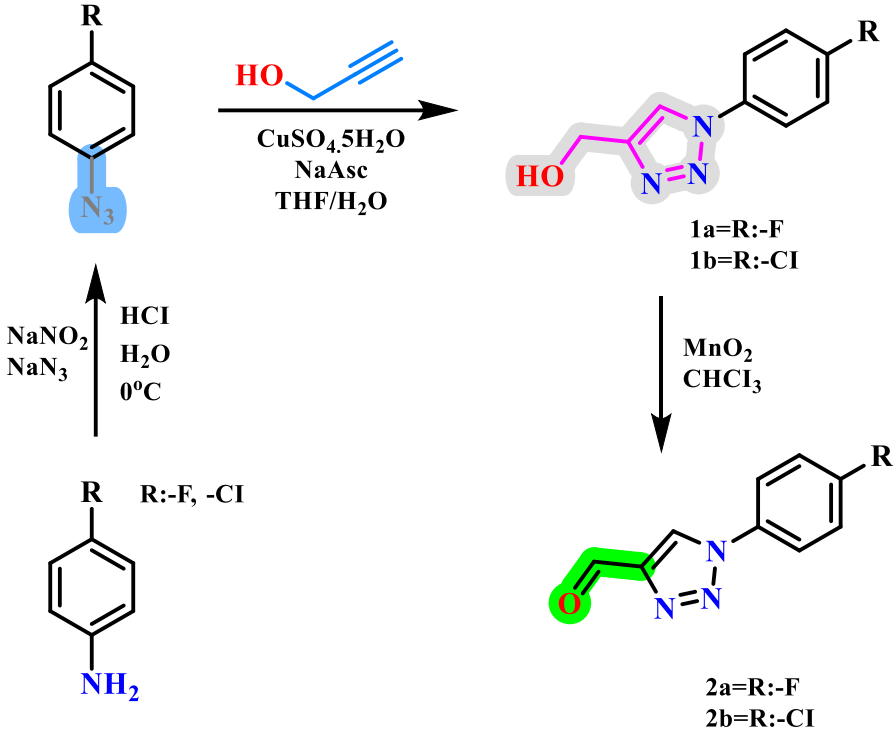


Figure 0.1 Synthesis pathway of 1,2,3-triazole aldehyde compounds

We synthesized azide compounds, 1,2,3-triazole alcohol and aldehyde compounds in our previous study (Erdoğan et al., 2025). 1 g of MnO_2 activated at 150 °C was weighed, placed in a 100 mL flask, and sufficient chloroform was added. 1 g of compounds 2a and 2b was weighed and added to the 100 mL flask. The solution was allowed to mix at room temperature, and the reaction progress was monitored by TLC. Afterwards, the MnO_2 catalyst in the solution was filtered away. The chloroform solution was removed using a rotary evaporator. Solids were obtained.

1-(4-fluorophenyl)-1H-1,2,3-triazole-4-carbaldehyde (2a): Yield: 44%. Color: Light brown. 1H NMR (CDCl3, δ) 10.24 (d, J = 5.5 Hz, 1H), 8.52 (d, J = 5.4 Hz, 1H), 7.78 (ddd, J = 6.8, 4.6, 1.8 Hz, 2H), 7.39 – 7.28 (m, 2H). 13C NMR (CDCl3, δ) 185.02, 164.26, 161.77, 148.20, 132.40, 123.34, 123.04, 122.96, 117.26, 117.03. FTIR: 3116, 2879, 1698, 1601, 1512, 1228, 1206, 1009, 835, 778.

1-(4-chlorophenyl)-1H-1,2,3-triazol-4-carbaldehyde (2b): Yield: 45%. Color: Light brown. 1H NMR (CDCl3, δ) 10.25 (s, 1H), 8.54 (s, 1H), 7.84 – 7.66 (m, 2H), 7.68 – 7.46 (m, 2H). 13C NMR (CDCl3, δ) 184.96, 148.25, 135.82, 134.62, 130.29, 123.09, 122.09. FTIR: 3094, 3042, 2840, 1700, 1498, 1254, 1211, 1098, 1050, 986, 824, 771.

Biological Activities

UV-Vis absorbance titrations

Stock solutions of synthesized 1,2,3-triazole aldehyde compounds were prepared. To determine their interactions with FSds-DNA by the electronic absorption method, increasing concentrations of FSds-DNA solution were added to the solution of the compounds. The spectra of the compound + FSds-DNA solutions prepared by adding FSds-DNA solution to the solution of the compounds were taken in the wavelength range of 200-400 nm. The concentrations of the synthesized compounds in DMSO: Water (1:9) were determined by calculating the molecular formulas of each ligand. The titration of the compounds was carried out using a fixed concentration of different DNA concentrations. λ_{max} was noted. DNA binding coefficients (K_b) were solved by the Benssi-Hilderbrand equation (Eq. 1) as by Wolfe et al. Equivalent. 1 is as follows:

$$[DNA]/(\varepsilon a-\varepsilon f) = [DNA]/(\varepsilon b-\varepsilon f) + 1/K_b(\varepsilon b-\varepsilon f)$$

Competitive binding studies

The concentrations of the 50 µM FSds-DNA solution and the 5 µM EtBr solution were kept at the same level for all the fluorescence experiments. Various concentrations of the respective FSds-DNA preparation ([compound] / [FSds-DNA] = 0-100) were combined with the compound solution at ambient temperature. Finally, the volume of the resulting mixtures was adjusted to 5 ml. This was done using a Tris-HCl buffer solution. High fluorescence levels were observed when the dye ethidium bromide (EtBr) bound to the DNA. Excitation at 530 nm produced an emission spectrum ranging from 550 to 730 nm, with emission recorded at 605 nm. The specific characteristics were determined by exploiting the decreasing emission intensity of the dye-DNA solution with the addition of increasing amounts of the drug. The Stern–Volmer constant (Ksv) was calculated using the following equation to indicate the fluorescence quenching capacity of the drugs (Al Faysal et al., 2025).

Molecular docking study

The binding modes and interactions of 1,2,3-triazole aldehyde compounds tested using the in vitro method were investigated through molecular docking studies with the open-source

AutoDock Vina (version 1.1.2, MGL tools 1.5.6). The optimized structures were subsequently saved as PDB files (Chen et al., 2014). Crystal structures of DNA (PDB: 1BNA) enzymes were retrieved from the Protein Data Bank. Before docking calculations, all water molecules, ligands, and ions were removed from the protein structures. Kollman charges were added to the polar hydrogens of the proteins, and Gasteiger charges were applied to the ligands (Aispuro-Pérez et al., 2020). Docking calculations were performed using the Lamarckian Genetic Algorithm to explore the conformational space of the ligands (Morris et al., 1998). The selected DNA model was retained in a box with protein numbers of × (14.78), y (20.97) and z (9.42) and center grid boxes of 29.25, 29.25, and 47.25 (grid = 1.00°A), respectively. The docking results were then analyzed through clustering based on a root mean square (RMS) tolerance of 0.5 Å. Molecular docking results of the stable conformations of the most active compounds were visualized using Discovery Studio 2021 (Visualizer, 2021) and PyMOL (Lill & Danielson, 2011) software.

RESULTS AND DISCUSSION

Evaluation of FTIR Spectra of 1,2,3-Triazole Aldehyde Compounds

Analysis of the FTIR spectra revealed the formation of strong vibrational bands belonging to the aldehyde group at 1698 cm^{-1} for compound 2a and at 1700 cm^{-1} for compound 2b. These spectra are shown in Figures 3.1 and 3.2.

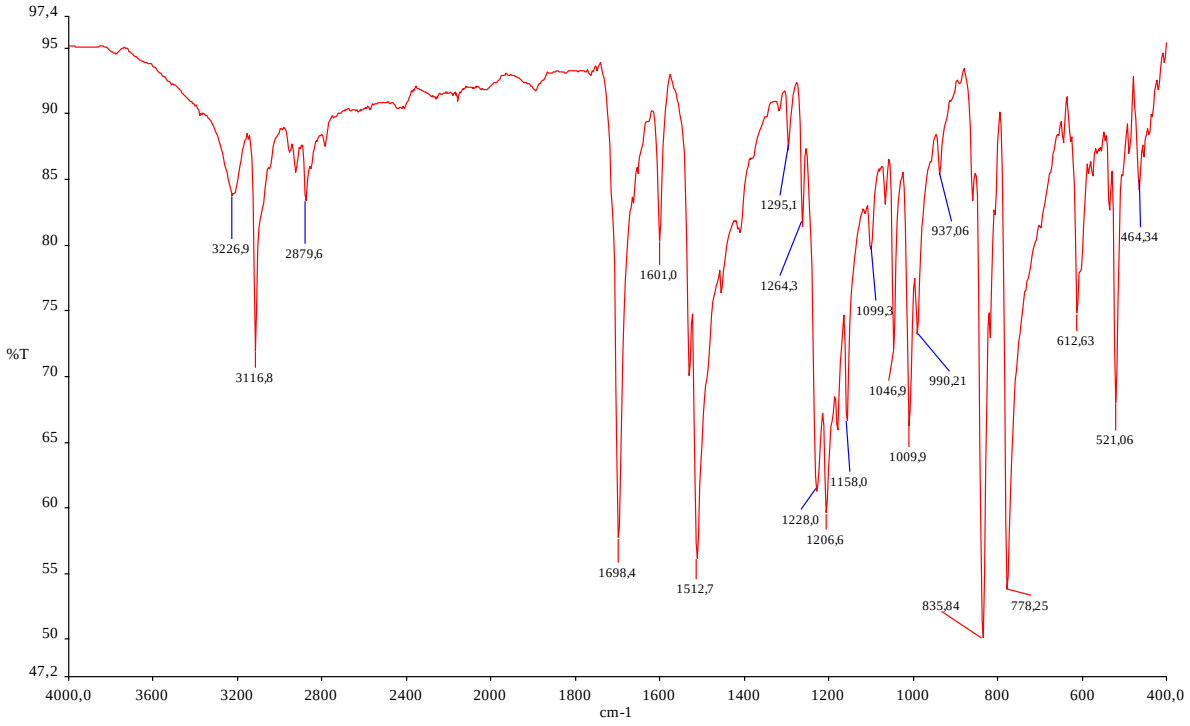


Figure 0.2 FTIR spectrum of compound 2a

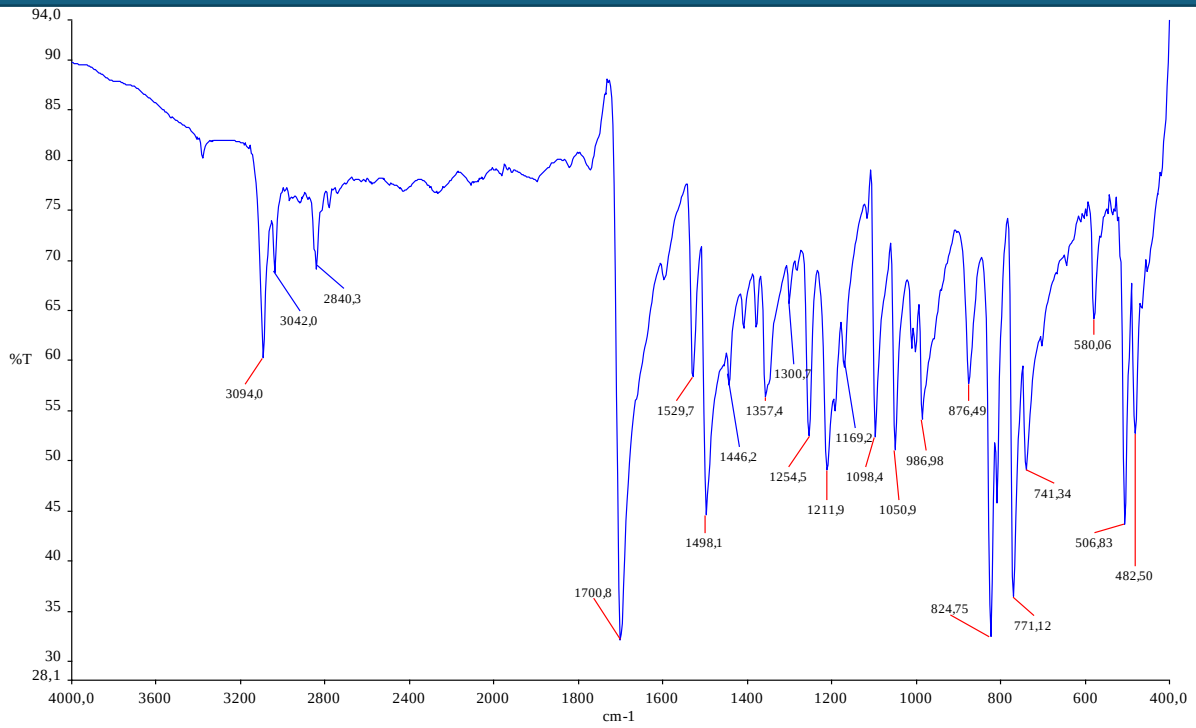


Figure 0.3 FTIR spectra of compound 2b

Evaluation of $^{1}H/^{13}C$ NMR Spectra of 1,2,3-Triazole Aldehyde Compounds

To characterise the compounds structurally, $^{1}H/^{13}C$ NMR spectra were obtained in a $CDCl_3$ solution and are presented in Figures 3.3 and 3.4. $^{1}H/^{13}C$ NMR spectra of compounds 2a and 2b were obtained in $CDCl_3$ solvent (Figures 3.3 and 3.4). When the ^{1}H NMR spectra of compounds 2a and 2b are examined, the proton signals of the aldehyde group (HC=O) are observed in the 10.25 ppm range. Protons belonging to the aromatic ring are attributed to peaks between 7.28 and 8.53 ppm. The peaks observed around 1.65 ppm are solvent (water) proton signals. When the ^{13}C NMR spectra of compounds 3a-d are examined, the peaks in the range of 185.17-184.96 ppm are the carbonyl (C=O) carbon atom signals belonging to the aldehyde group. Carbon atom signals belonging to the aromatic ring are attributed to peaks between 117.03 and 164.26 ppm.

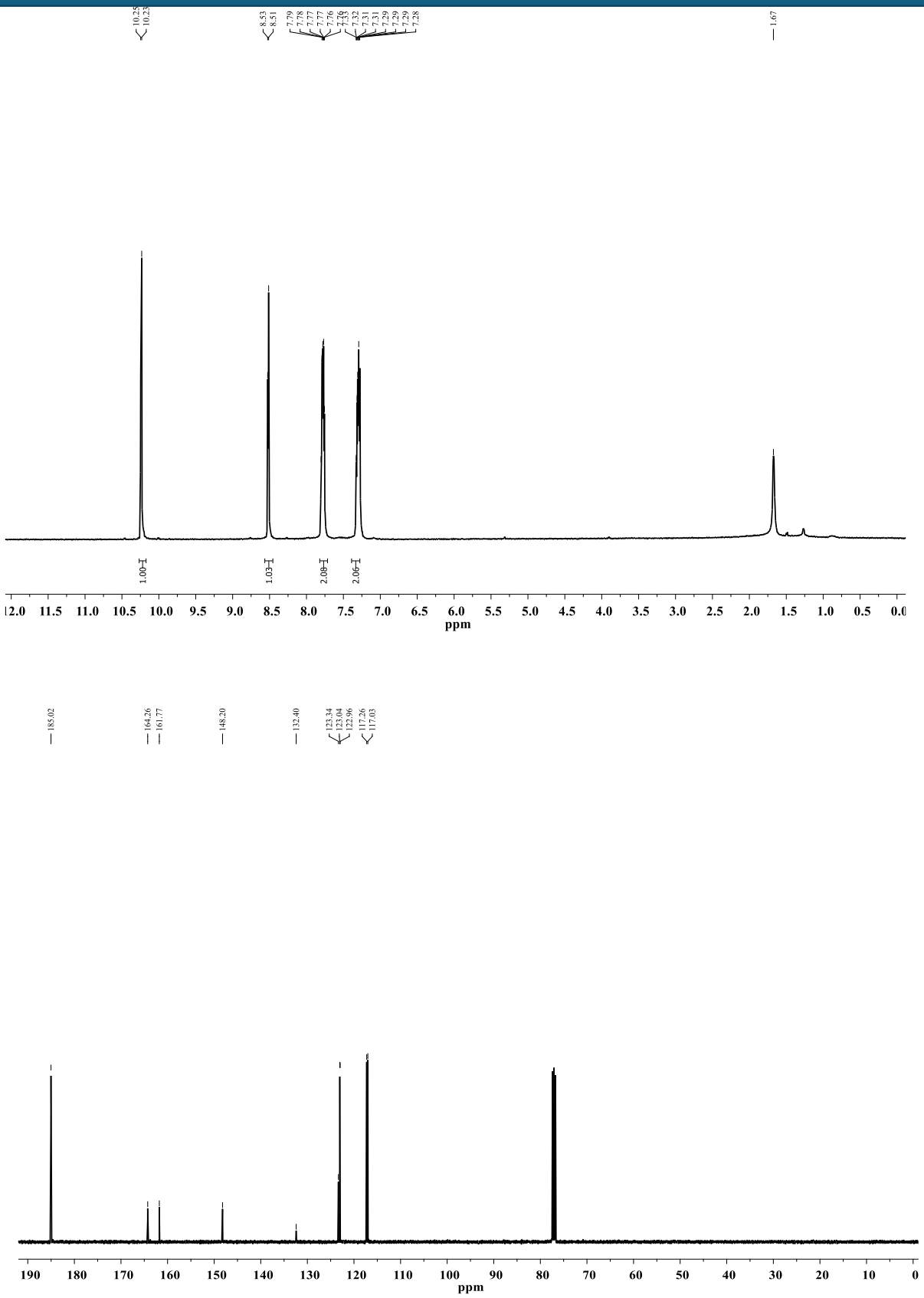


Figure 0.4 $^{1}H/^{13}C$ NMR spectra of compound 2a

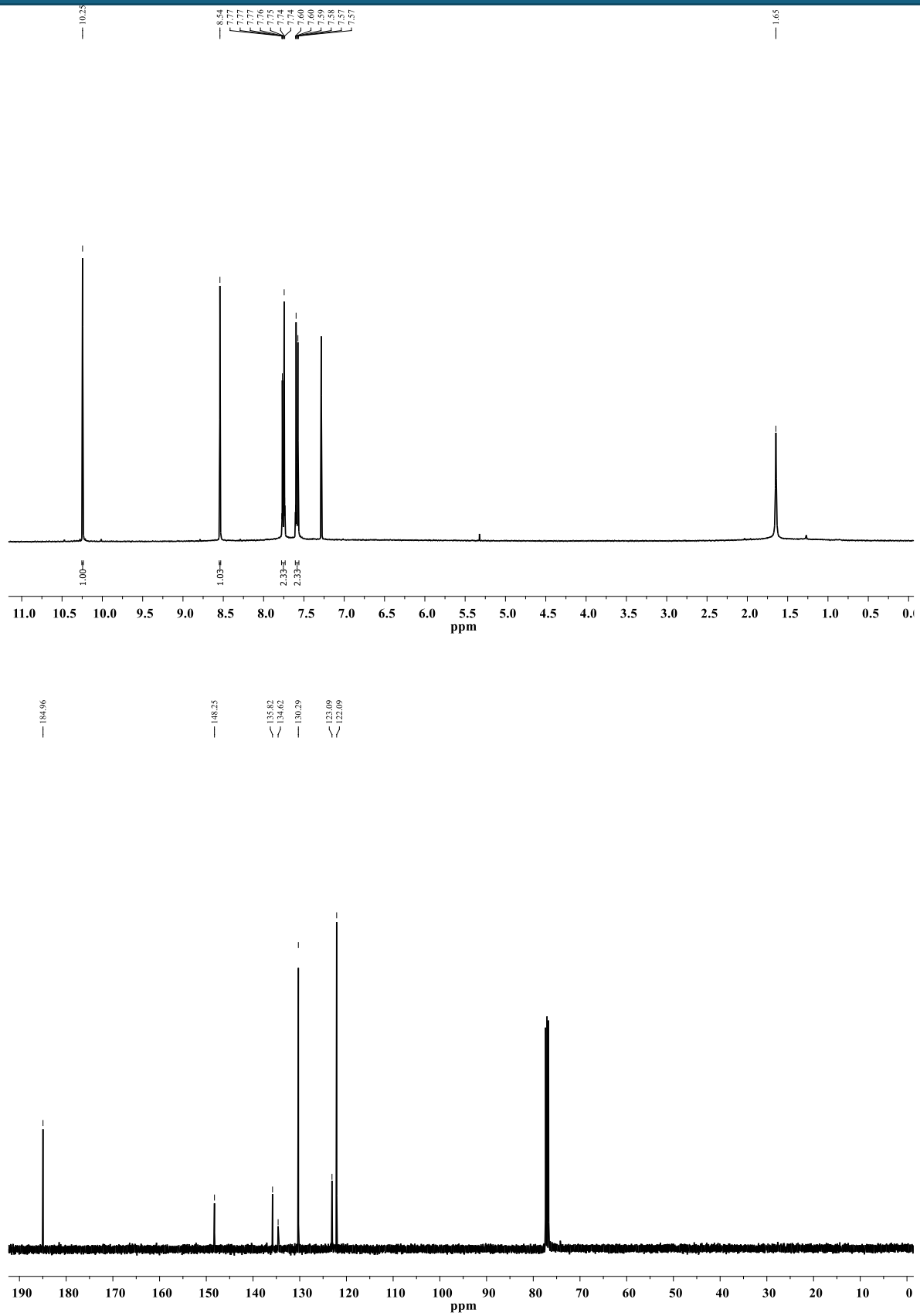


Figure 0.5 $^{1}H/^{13}C$ NMR spectra of compound 2b

Biological Activities

The interactions between the prepared compounds (2a and 2b) and FSds-DNA were monitored using a UV-vis spectrophotometer in the 260–400 nm range via absorption titrations. Two absorption bands were observed at 270 nm and 340 nm. As the amount of DNA increased, the intensity of the absorption bands in the spectra of compounds 2a and 2b increased, but no significant shift in the wavelength of these bands was observed. The change in absorption values with growing amounts of FSds-DNA was used to calculate the binding constants of compounds 2a and 2b. Figure 3.5 shows the absorption spectrum of 2a. A strong stacking interaction occurs between the base pairs of DNA and aromatic chromophores. The DNA binding constants of 2a and 2b (see Table 1) indicate that the absorption increase and 1–2 nm wavelength shift with the addition of FSds-DNA suggest interaction with DNA via the minor groove mode. Compound 2a, which has the highest binding constant, was found to contain a fluorine group in the p position. Furthermore, it was concluded that the compounds form adducts with DNA that are stabilised by hydrophobic and hydrogen bonding interactions (Barton et al., 1984; Wolfe et al., 1987).

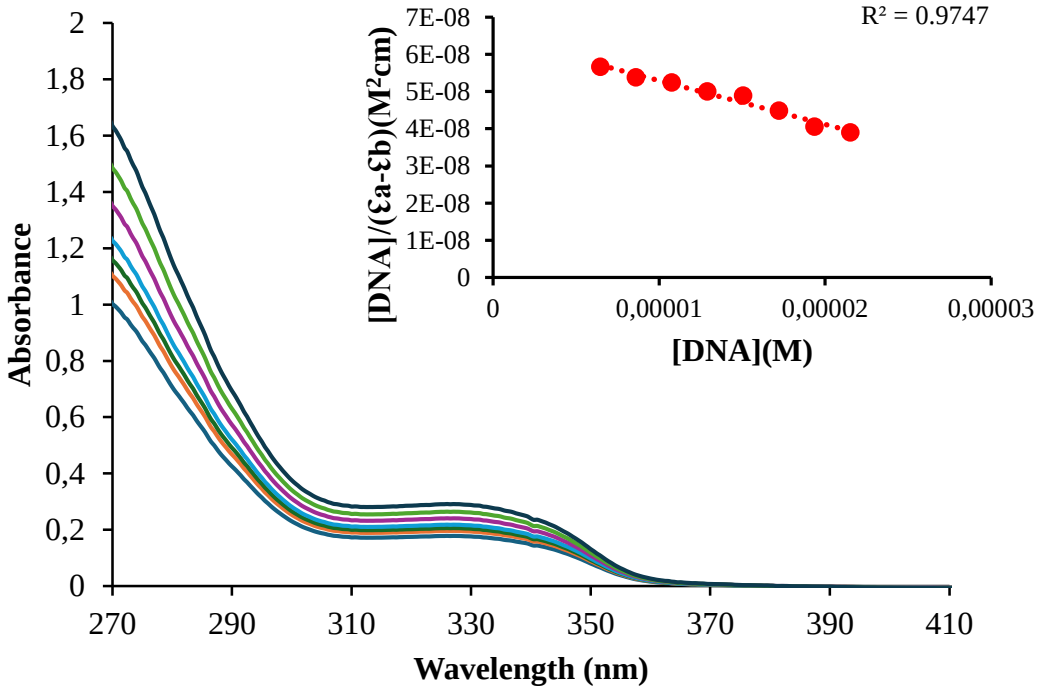


Figure 0.6 UV-vis absorption spectra of the 2a solution resulting from cumulative amounts of FSds-DNA (changes indicated by the arrow). Inset: Graph showing [DNA/$\varepsilon_a - \varepsilon_f$] vs. [DNA]

Fluorescence spectroscopy is one of the most effective and widely used techniques for understanding the interactions of small molecules as potential drugs. It is particularly useful for examining the quenching effect of DNA on the fluorescence of small molecules. The results of the characteristic EB quenching experiment are shown in Figures 3.8-3.9. The brightness of the DNA-bound EBs slowly goes down as the number of compounds 2a and 2b goes up. This shows that the EB molecules are being stopped from doing their job by the triazole moiety's groove binding mode when they bind to DNA. As part of the computational processes, the quenching constants were determined using the conventional Stern–Volmer equation (1) as evidence of binding interactions.

$$F_0/F = 1 + Ksv[Q] = 1 + Kqt0[Q],$$

where F_0 and F are the fluorescence intensities with and without the quencher, respectively; Kq is the biomolecular quenching constant; t_0 is the fluorophore's lifetime without the quencher; [Q] is the quencher's concentration; and Ksv is the Stern–Volmer quenching constant, obtained from the slope of the F_0/F graph against [Q] (see Figures 3.8–3.9).

The obtained results are given in Table 1. The findings show that test compounds 2a and 2b clearly interact with FSds-DNA, likely via a groove binding mode. This can be attributed to the electron-withdrawing properties of the halogen atoms and the p-electron interactions of the phenyl and triazole groups with the DNA base pairs. Additionally, the calculated Kq values (on the order of 10^{12} M^{-1} s^{-1} were found to be greater than the biomolecular fluorescence lifetime (10^8 s), confirming that the quenching mechanism is static rather than dynamic.

		EB-DNA		
Compound	**K_b (10^4 M^{-1})**	**Ksv (10^4 M^{-1})**	**LogK_b**	**n**
2a	5.05	1.60	2.89	1.012
2b	4.79	1.14	3.63	1.179

The resulting graph is linear for the current system, which has binding constants of 1.6×10^4 and 1.14×10^4 L M^{-1} for compounds 2a and 2b, respectively. Overall, the K_b value, ranging from 10^5 to 10^8 L M^{-1}, indicates a strong binding affinity (Das & Kumar, 2008). The low value of the binding constant supports the slotted binding mode, and the n values are very close to 1, indicating a single binding site between the test compounds and FSds-DNA.

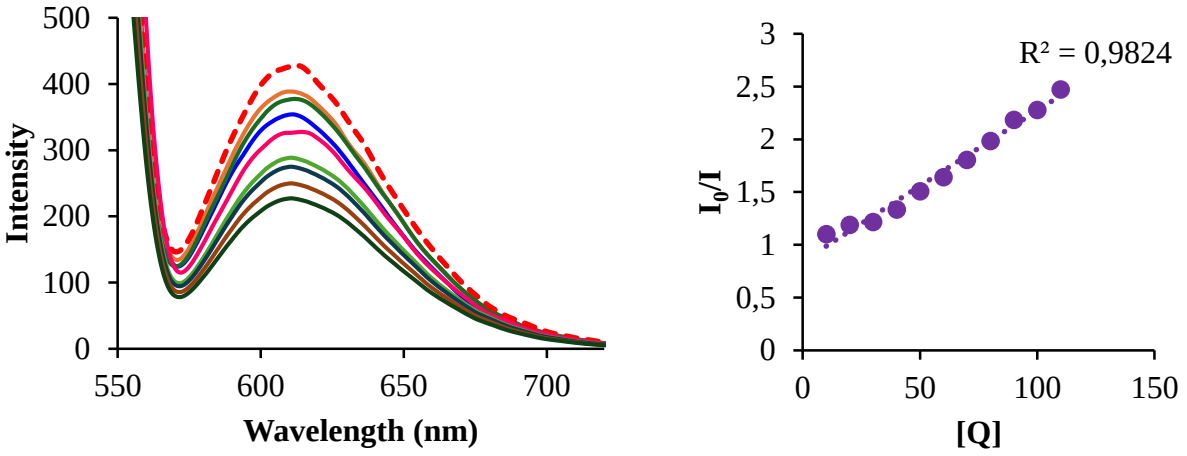


Figure 0.7 Effect of 2a additions at concentrations of 10–100 µM on the emission intensity of the FSds-DNA-bound ethidium bromide in 2 mM Tris–HCl buffer (pH 7.1); Stern-Volmer graph showing fluorescence titrations of the compounds with FSds-DNA

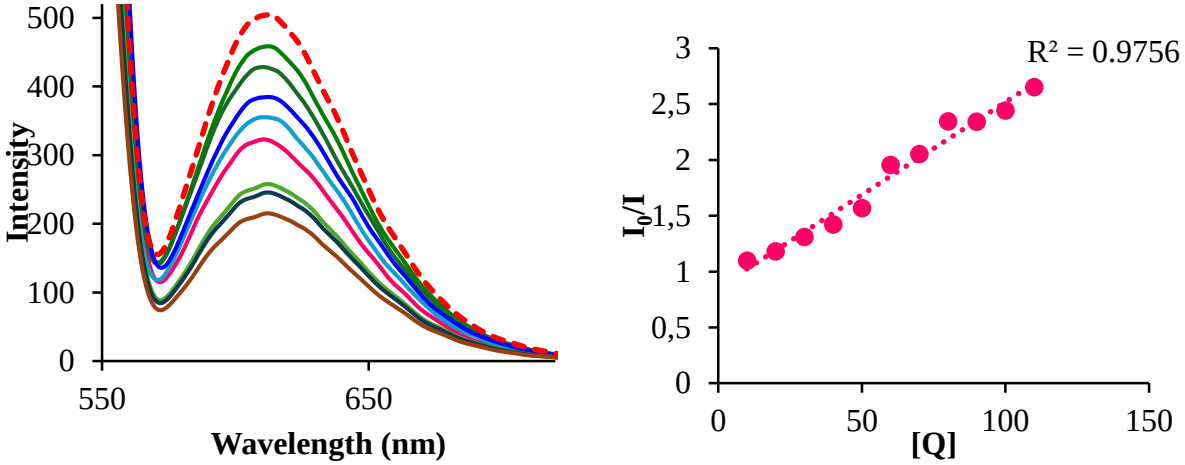


Figure 0.8 Effect of 2b additions at concentrations of 10–100 µM on the emission intensity of the FSds-DNA-bound ethidium bromide in 2 mM Tris–HCl buffer (pH 7.1); Stern-Volmer graph showing fluorescence titrations of the compounds with FSds-DNA

Molecular Docking

Molecular docking studies were carried out to elucidate the binding energies and binding sites of the compounds evaluated in vitro. Following molecular docking with DNA, compounds 2a and 2b exhibited binding energies of -7.0 kcal/mol for their most stable conformations. The binding positions of these two compounds are shown in Figures 3.7 and 3.8. Compound 2a interacted with DG10 nucleotides (2.0 Å, 2.3 Å, 2.7 Å) by forming hydrogen bonds in the binding site. Compound 2b formed hydrogen bonds with DG10 nucleotides (2.1 Å, 2.3 Å, and 2.7 Å) in the binding site. Both compounds interacted with the DC11 nucleotide (5.32 Å and 5.34 Å, respectively) via a π-π interaction. Compounds 2a and 2b formed numerous

hydrophobic interactions. Compounds 2a and 2b formed numerous hydrophobic interactions. The compounds preferentially bind to the minor groove. Therefore, it can be concluded that these compounds favor binding to DNA via groove binding.

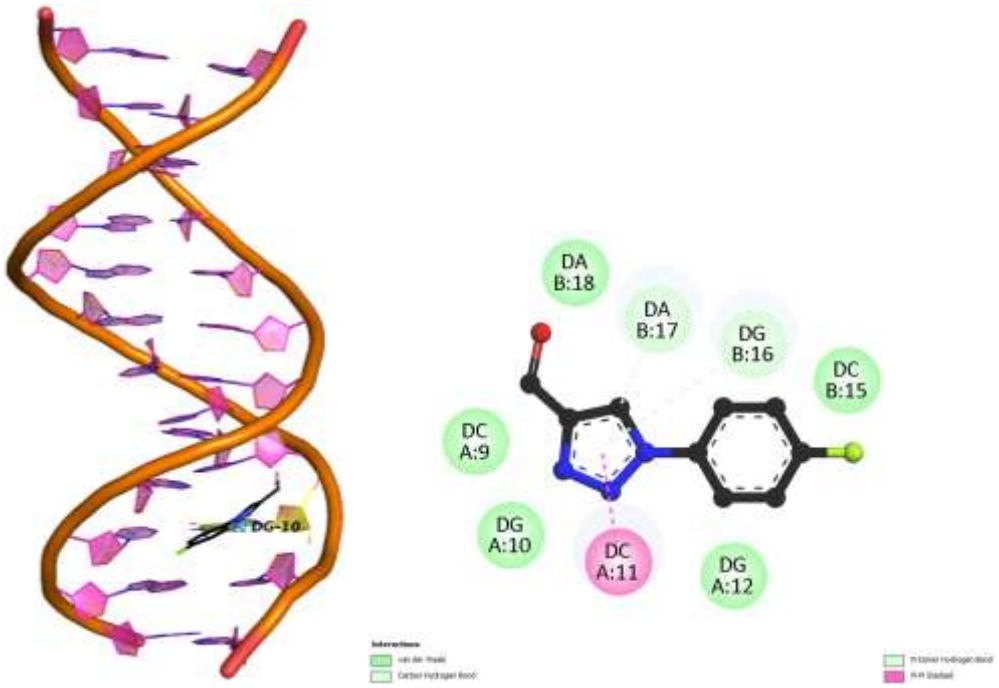


Figure 0.9 3D and 2D binding poses of the most decisive conformations of 2a with DNA

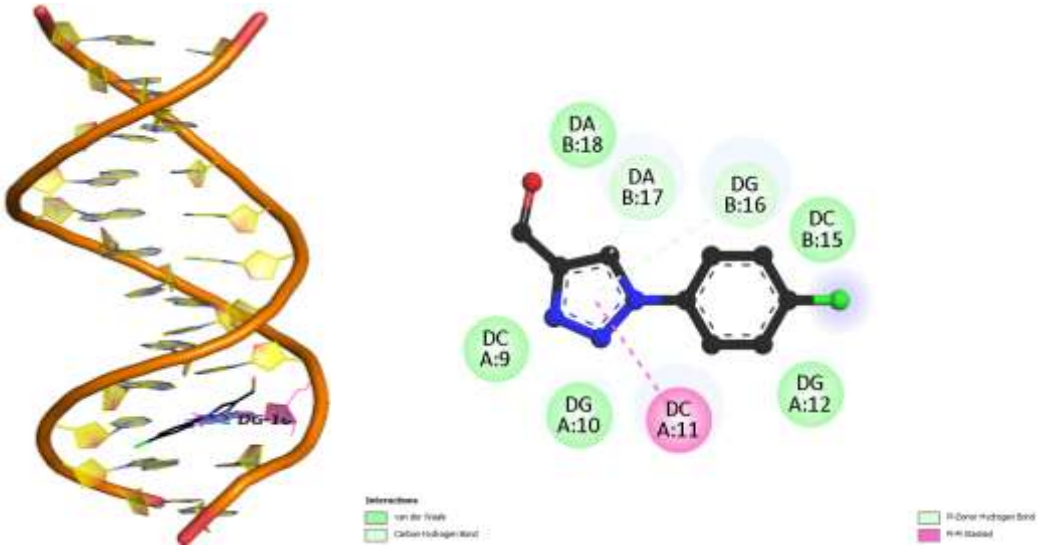


Figure 0.10 3D and 2D binding poses of the most decisive conformations of 2b with DNA

CONCLUSIONS

In this study, the structural characterization of 1,2,3-triazolaldehyde compounds was determined using FTIR and NMR analysis. The DNA-binding behavior of compounds 2a and 2b was investigated using spectrophotometric methods. UV-Vis absorption spectroscopy results revealed that compounds 2a and 2b interact with FSds-DNA. The hypochromic effect and blue shift observed in the absorption bands upon addition of the compounds to DNA indicate that this interaction leads to conformational changes in the DNA structure. The lower calculated K_b values compared to classical intercalators suggest that the compounds interact with DNA via an alternative binding mode rather than strong intercalation. The higher Ksv values obtained from fluorescence quenching experiments compared to EtBr indicate that EtBr displaces FSds-DNA and that the compounds tend to bind to the minor groove of DNA. Furthermore, it has been shown that compounds 2a and 2b form stable complexes on FSds-DNA via a single binding site. Molecular docking studies yielded results that support the experimental findings. Obtaining a binding energy of −7.0 kcal/mol for both compounds 2a and 2b indicates that they establish thermodynamically stable interactions with DNA. It was determined that they bind to the minor groove of DNA, in particular, via hydrogen bonds, π–π interactions, and hydrophobic interactions. In conclusion, it was observed that compounds 2a and 2b interact with FSds-DNA primarily through the groove binding mechanism, and that experimental and computational methods yielded consistent results.

Acknowledgements

This study was supported by the Scientific Research Projects Coordination Unit of Kahramanmaraş Sütçü İmam University (Project No: 2022/4-18M)

REFERENCES

Aispuro-Pérez, A., López-Ávalos, J., García-Páez, F., Montes-Avila, J., Picos-Corrales, L. A., Ochoa-Terán, A., Bastidas, P., Montaño, S., Calderón-Zamora, L., Osuna-Martínez, U., & Sarmiento-Sánchez, J. I. (2020). Synthesis and molecular docking studies of imines as α-glucosidase and α-amylase inhibitors. *Bioorganic Chemistry*, *94*(December 2019), 2–8. https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2019.103491

Al Faysal, A., Şenel, P., Erdoğan, T., & Gölcü, A. (2025). Voltammmetric Assessment and Examination of the Interactions between Levetiracetam and DNA: Experimental Research, Molecular Docking, and Modeling Studies. *ChemistryOpen*, *14*(11). https://doi.org/10.1002/open.202500191

Barton, J. K., Danishefsky, A. T., & Goldberg, J. M. (1984). Science (Wash-ington, D.C.) 1976, 194, 726. In *J. Chem. Soc., Chem. Commun* (Vol. 106, Issue 18). Wiley: London.

Chen, L., Du, J., Dai, Q., Zhang, H., Pang, W., & Hu, J. (2014). Prediction of anti-tumor chemical probes of a traditional Chinese medicine formula by HPLC fingerprinting combined with molecular

docking. *European Journal of Medicinal Chemistry*, *83*, 294–306. https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2014.06.037

Das, S., & Kumar, G. S. (2008). Molecular aspects on the interaction of phenosafranine to deoxyribonucleic acid: Model for intercalative drug-DNA binding. *Journal of Molecular Structure*, *872*(1), 56–63. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2007.02.016

Dheer, D., Singh, V., & Shankar, R. (2017). Medicinal attributes of 1,2,3-triazoles: Current developments. In *Bioorganic Chemistry* (Vol. 71, pp. 30–54). Academic Press Inc. https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2017.01.010

Erdoğan, E., Güngör, Ö., Güngör, S. A., Köse, M., & Tümer, M. (2025). New 1,2,3-triazole-quinazolinone skeleton as potential cholinesterase and α-amylase inhibitors: In vitro and in silico studies. *Journal of Molecular Liquids*, *424*. https://doi.org/10.1016/j.molliq.2025.126986

Heravi, M. M., & Zadsirjan, V. (2020). Prescribed drugs containing nitrogen heterocycles: an overview. In *RSC Advances* (Vol. 10, Issue 72, pp. 44247–44311). Royal Society of Chemistry. https://doi.org/10.1039/d0ra09198g

Kabir, E., & Uzzaman, M. (2022). A review on biological and medicinal impact of heterocyclic compounds. In *Results in Chemistry* (Vol. 4). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/j.rechem.2022.100606

Lakhani, D., Sadiq, S., Subbaiahgari, H., Swanson, V., Munyon, J., Poudel, S. B., Aiken, K. S., Landge, S. M., Bose, D., & Ghosh, D. (2025). Structure–Property Correlations in Disubstituted 1,2,3-Triazoles: DFT Insights and Photophysical Analysis. *ACS Omega*. https://doi.org/10.1021/acsomega.5c07623

Lengerli, D., Ibis, K., Nural, Y., & Banoglu, E. (2022). The 1,2,3-triazole 'all-in-one' ring system in drug discovery: a good bioisostere, a good pharmacophore, a good linker, and a versatile synthetic tool. In *Expert Opinion on Drug Discovery* (Vol. 17, Issue 11, pp. 1209–1236). Taylor and Francis Ltd. https://doi.org/10.1080/17460441.2022.2129613

Lill, M. A., & Danielson, M. L. (2011). Computer-aided drug design platform using PyMOL. *Journal of Computer-Aided Molecular Design*, *25*(1), 13–19.

Morris, G. M., Goodsell, D. S., Halliday, R. S., Huey, R., Hart, W. E., Belew, R. K., & Olson, A. J. (1998). Automated docking using a Lamarckian genetic algorithm and an empirical binding free energy function. *Journal of Computational Chemistry*, *19*(14), 1639–1662. https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-987X(19981115)19:14<1639::AID-JCC10>3.0.CO;2-B

Qadir, T., Amin, A., Sharma, P. K., Jeelani, I., & Abe, H. (2022). A Review on Medicinally Important Heterocyclic Compounds. In *The Open Medicinal Chemistry Journal* (Vol. 16, Issue 1). https://doi.org/10.2174/18741045-v16-e2202280

Torabi, M., Yarie, M., Tavassoli, A. M., Zarei, N., Vatannavaz, L., Zolfigol, M. A., Azizian, S., & Khazalpour, S. (2025). Heterocyclic-linked covalent organic frameworks: Design, synthesis and applications. In *Coordination Chemistry Reviews* (Vol. 527). Elsevier B.V. https://doi.org/10.1016/j.ccr.2024.216359

Visualizer, D. S. (2021). Dassault Syst emes, San Diego. BIOVIA. *Dassault Systèmes, BIOVIA Workbook, Release.*

Wolfe, A., Shimer, G. H., & Meehan, T. (1987). Nature (London) 253. In *Proc. Natl. Acud. Sci. Moussatche, N* (Vol. 26).

1,2,3-TRİAZOL ALDEHİT İÇEREN BİLEŞİKLERİN α-GLUKOZİDAZ VE MOLEKÜLER YERLEŞTİRME ÇALIŞMALARI

Doç. Dr. Seyit Ali GÜNGÖR
Kahramanmaras Sutcu Imam University Faculty of Science, Chemistry Department, Kahramanmaras, 46050, Turkiye
ORCID ID: 0000-0002-3233-4529
Dr. Ögr. Üyesi Özge GÜNGÖR
Kahramanmaras Sutcu Imam University Faculty of Science, Chemistry Department, Kahramanmaras, 46050, Turkiye
ORCID ID: 0000-0003-3529-2704

ÖZET

Bu çalışmada, 1,2,3-triazol aldehit türevleri sentezlendi. Sentezlenen bileşiklerin yapısal aydınlatılması FTIR ve $^{1}H/^{13}C$ NMR spektroskopisi ile gerçekleştirildi. Sentezlenen bileşiklerin α-glukozidaz inhibitör aktiviteleri in vitro olarak değerlendirildi ve standart inhibitör akarboz ile karşılaştırıldı. Her iki türev de akarboza göre yaklaşık on kat daha güçlü, dikkat çekici bir inhibitör aktivite sergiledi. Metil ikame edilmiş bileşik 2a, metoksi analogu 2b'ye kıyasla üstün bir inhibisyon gösterdi. Moleküler kenetlenme çalışmaları, deneysel bulguları destekleyerek, α-glukozidaz aktif bölgesinde uygun bağlanma enerjilerini (-7,1 ve -6,6 kcal/mol) ve temel hidrojen bağlarını, π–π ve π–anyon etkileşimlerini ortaya koydu. Bu sonuçlar, 1,2,3-triazol aldehit türevlerinin yeni α-glukozidaz inhibitörlerinin geliştirilmesi için um promising iskelet yapılar olduğunu göstermektedir.

Anahtar kelimeler: 1,2,3-Triazolaldehid, a-glikozidaz İnhibisyon, Moleküler Yerleştirme,

α-GLUCOSIDASE AND MOLECULAR DELIVERY STUDIES OF 1,2,3-TRIAZOLE ALDEHYDE-CONTAINING COMPOUNDS

ABSTRACT

In this study, 1,2,3-triazole aldehyde derivatives were synthesized Structural elucidation of the synthesized compounds was performed by FTIR and $^{1}H/^{13}C$ NMR spectroscopy. The α-glucosidase inhibitory activities of the synthesized compounds were evaluated in vitro and compared with the standard inhibitor acarbose. Both derivatives exhibited remarkable inhibitory activity, approximately tenfold stronger than acarbose. While methyl-substituted compound 2a displayed superior inhibition compared to the methoxy analogue 2b. Molecular docking studies supported the experimental findings, revealing favorable binding energies (−7.1 and −6.6 kcal/mol) and key hydrogen bonding, π–π, and π–anion interactions within the α-glucosidase active site. These results suggest that 1,2,3-triazole aldehyde derivatives represent promising scaffolds for the development of novel α-glucosidase inhibitors.

Keywords: 1,2,3-triazolealdehyde, α-Glucosidase Inhibition, Molecular Docking

INTRODUCTION

α-glucosidase inhibitors function by reversibly inhibiting the digestive α-glucosidase, which delays the release of glucose from complex starches and carbohydrates (Hossain et al., 2020). This leads to a delay in the absorption of glucose into the bloodstream and, consequently, a decrease in plasma glucose levels(Kashtoh & Baek, 2022). α-glucosidase inhibition has attracted significant interest as a therapeutic method by the pharmaceutical industry (Liu et al., 2025). Nitrogen-containing heterocycles are an important and unique class of compounds widely used in organic chemistry. They hold a special position as a valuable source of therapeutic agents in medicinal chemistry (Kerru et al., 2020). More than 75% of commercially available drugs approved by the FDA are nitrogen-containing heterocyclic compounds (Kerru et al., 2020). N-heterocyclic compounds are widely found in nature and possess diverse physiological and pharmacological properties, and are components of many biologically important molecules (Li et al., 2021). Vitamins, nucleic acids, drugs, antibiotics, dyes, and agricultural chemicals also belong to this group (Lal et al., 2025). In this study, the structural characterization of 1,2,3-triazole compounds containing methyl and methoxy groups in intermediate positions was performed. Studies were conducted on the α-glucosidase inhibition and docking properties of the compounds. Kinetic studies were also performed on the compound with high activity to determine the type of inhibition

MATERIAL AND METHODS

Synthesis of Compounds 2a and 2b

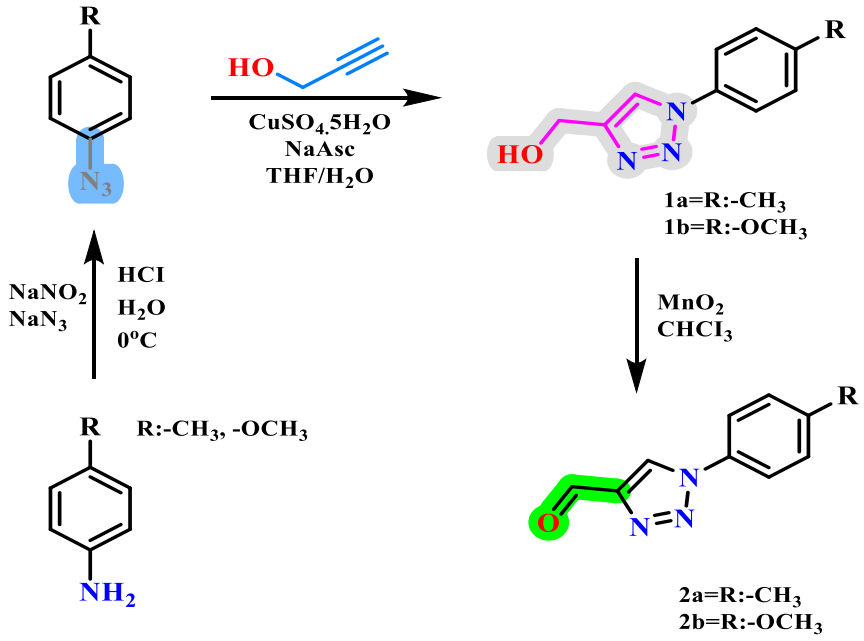


Figure 0.1 Synthesis pathway of 1,2,3-triazole aldehyde compounds

We synthesized azide compounds, 1,2,3-triazole alcohol and aldehyde compounds in our previous study (Erdoğan et al., 2025). 1 g of MnO_2 activated at 150 °C was weighed, placed in a 100 mL flask, and sufficient chloroform was added. 1 g of compounds 2a and 2b was weighed and added to the 100 mL flask. The solution was allowed to mix at room temperature, and the reaction progress was monitored by TLC. Afterwards, the MnO_2 catalyst in the solution was filtered away. The chloroform solution was removed using a rotary evaporator. Solids were obtained.

1-(p-tolyl)-1H-1,2,3-triazole-4-carbaldehyde (2a): Yield: 46%. Colour: Light brown. 1H NMR (CDCl3, δ) 10.24 (s, 1H), 8.51 (s, 1H), 7.66 (d, J = 8.4 Hz, 2H), 7.43 – 7.34 (m, 2H), 2.47 (s, 3H). 13C NMR (CDCl3, δ) 185.17, 148.07, 140.18, 130.56, 130.30, 123.08, 122.09, 120.78, 21.21. FTIR: 3096, 3036, 2836, 1702, 1512, 1253, 1205, 1174, 1098, 1049, 986, 815, 771.

1-(4-methoxyphenyl)-1H-1,2,3-triazole-4-carbaldehyde (2b): Yield: 48%. Color: Light brown. ^{1}H NMR ($CDCl_3$, δ) 10.38 – 10.06 (m, 1H), 8.59 – 8.36 (m, 1H), 7.87 – 7.52 (m, 2H), 7.16 – 6.93 (m, 2H), 4.03 – 3.67 (m, 3H). ^{13}C NMR ($CDCl_3$, δ) 185.16, 160.56, 148.02, 129.43, 123.16, 122.50, 115.05, 55.71. FTIR: 3135, 2923, 2845, 1688, 1607, 1519, 1254, 1206, 1169, 1025, 995, 827, 775.

Biological Activities

α-Glucosidase Inhibitory Activity Assays

The inhibitory ability of the title compound on α-glucosidase was evaluated following the previously reported procedure, with minor adjustment (Abchir et al., 2024). For this, α-glucosidase from Saccharomyces cerevisiae was purchased from Sigma Aldrich, and p-nitrophenyl-α-D-glucopyranoside (p-NPG) acted as a substrate. Acarbose was used as the positive control. In summary, the compound (acarbose) and the enzyme (0.1 U/mL) were dissolved in 0.1 M potassium phosphate buffer (pH 6.8). Then, 10 µL of the compound and 150 µL of the enzyme were added to 96-well plates and left to incubate at 37 °C for 15 minutes. Subsequently, 40 µL of 1.25 mM substrate (dispersed in 0.1 M potassium phosphate buffer, pH = 6.8) was added to each well to initiate the enzymatic reaction. The endpoint of the experiment was the determination of the absorbance values of each well at 405 nm. This was done by a Varioskan Lux multifunction microplate reader (Thermo Fisher Scientific) after another incubation at 37 °C for 0.5 h. The inhibition percentage of α-glucosidase activity was then calculated using the following equation:

$$\text{Inhibition (\%)} = (1 - \Delta A \text{ sample}/\Delta A \text{ control}) \times 100.$$

The IC_{50} values signify the concentration of tested derivatives or acarbose. These values inhibit fifty percent of the enzyme activity. GraphPad Prism calculated the IC_{50} values. All experiments were performed three times.

Molecular docking study

The binding modes and interactions of 1,2,3-triazole aldehyde compounds tested using the in vitro method were investigated through molecular docking studies with the open-source AutoDock Vina (version 1.1.2, MGL tools 1.5.6). The optimized structures were subsequently saved as PDB files (Chen et al., 2014). Crystal structures of DNA (PDB: 5ZCC) enzymes were retrieved from the RCSB Protein Data Bank. Before docking calculations, all water molecules, ligands, and ions were removed from the protein structures. Kollman charges were added to the polar hydrogens of the proteins, and Gasteiger charges were applied to the ligands (Aispuro-Pérez et al., 2020). Docking calculations were performed using the Lamarckian Genetic Algorithm to explore the conformational space of the ligands (Morris et al., 1998). Molecular docking results of the stable conformations of the most active compounds were visualized using Discovery Studio 2021 (Visualizer, 2021) and PyMOL (Lill & Danielson, 2011) software.

RESULTS AND DISCUSSION

Evaluation of FTIR Spectra of 1,2,3-Triazole Aldehyde Compounds

Analysis of the FTIR spectra revealed the formation of strong vibrational bands belonging to the aldehyde group at 1702 cm^{-1} for compound 2a and at 1688 cm^{-1} for compound 2b. These spectra are shown in Figures 3.1 and 3.2.

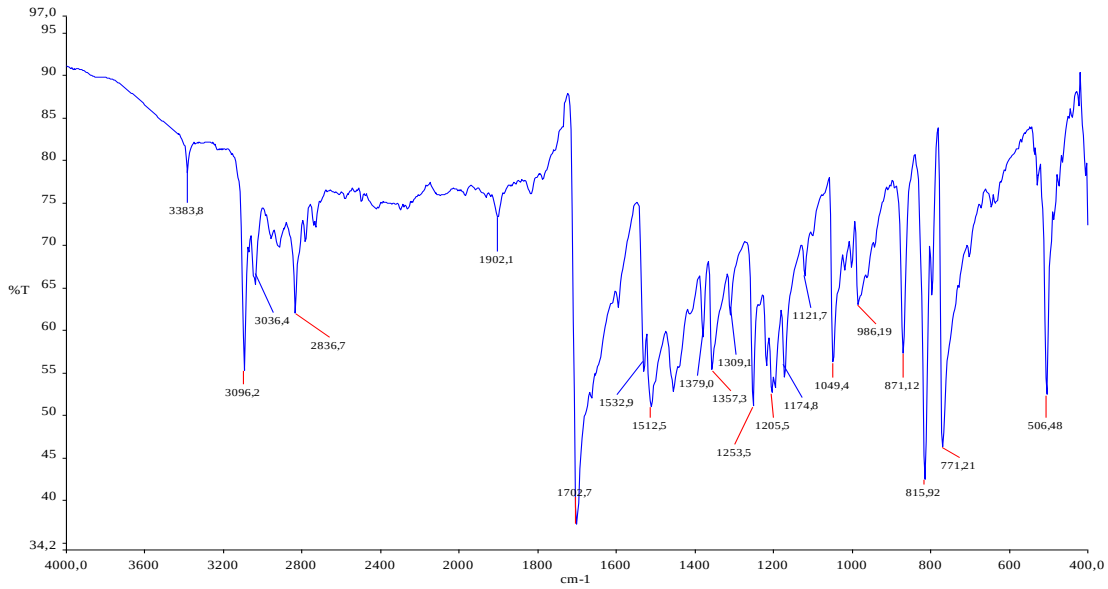


Figure 0.2 FTIR spectrum of compound 2a

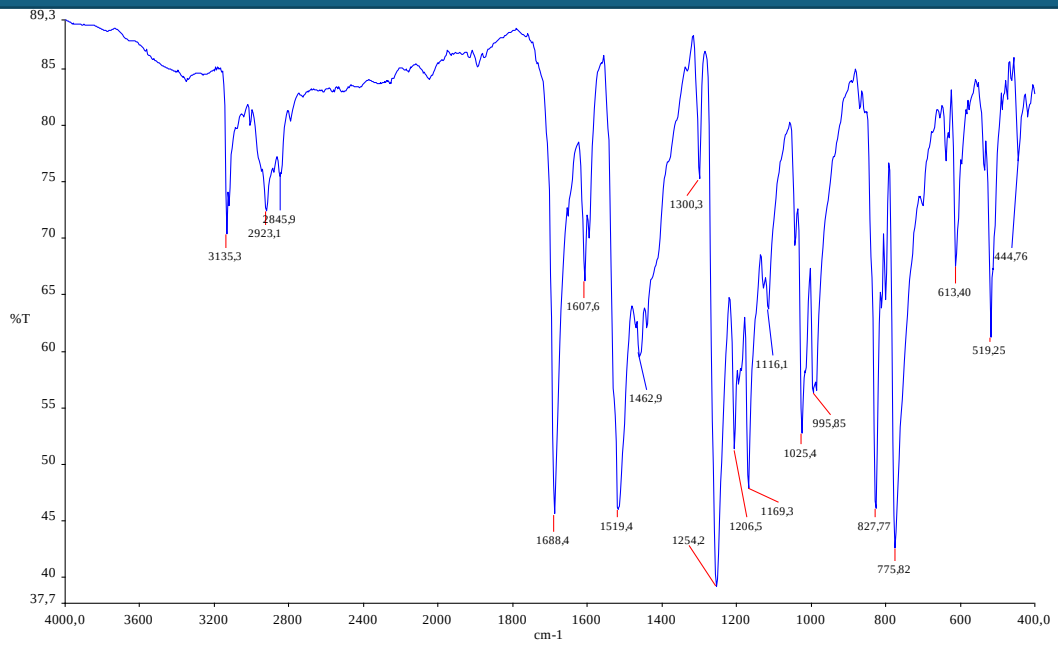


Figure 0.3 FTIR spectra of compound 2b

Evaluation of $^{1}H/^{13}C$ NMR Spectra of 1,2,3-Triazole Aldehyde Compounds

To determine the structural properties of the compounds, $^{1}H/^{13}C$ NMR spectra were obtained in $CDCl_3$ solution and are presented in Figures 3.3 and 3.4. Examination of the $^{1}H/^{13}C$ NMR spectra of the 1,2,3-triazole alcohol compounds reveals that protons belonging to the aldehyde group are attributed to peaks in the range of 10.21–10.24 ppm. Peaks in the range of 8.44–8.51 ppm indicate the presence of protons belonging to the 1,2,3-triazole ring. Peaks observed in the range of 7.04–7.70 ppm correspond to protons of the aromatic ring. Protons of the methyl group ($-CH_3$) belonging to compound 2a are revealed by peaks at 1.64 ppm. Protons of the methoxy group ($-OCH_3$) in compound 2b are observed by peaks at 3.91 ppm. Signals at 185.16 and 185.17 ppm indicate the presence of carbonyl group signals. Signals observed in the range of 115.05–160.56 ppm are attributed to carbon atoms of the aromatic ring. The signal of the methyl group carbon atom of compound 2a was observed at 21.21 ppm. The signal of the methoxy carbon atom of group 2b was observed at 55.71 ppm.

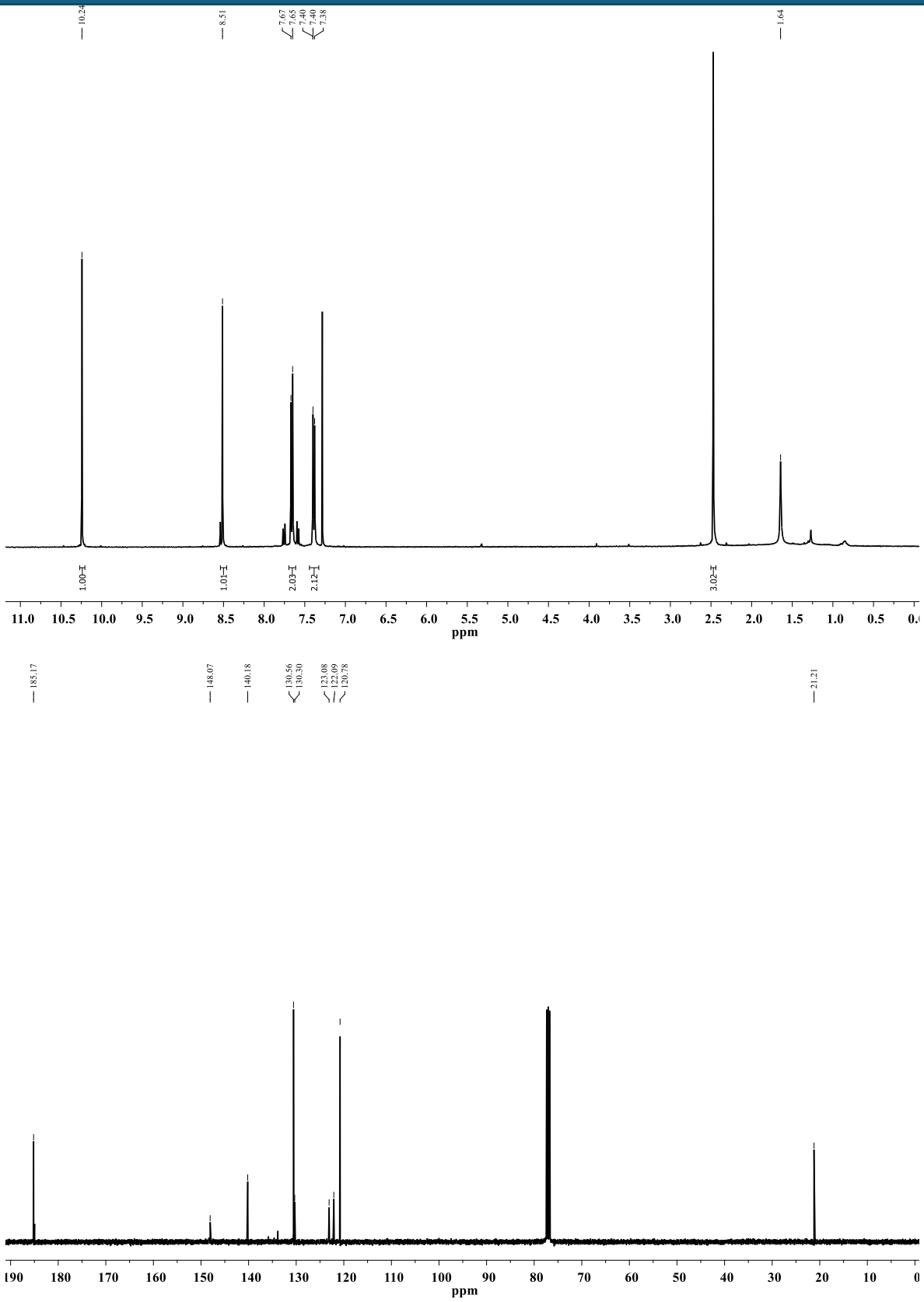


Figure 0.4 $^{1}H/^{13}C$ NMR spectra of compound 2a

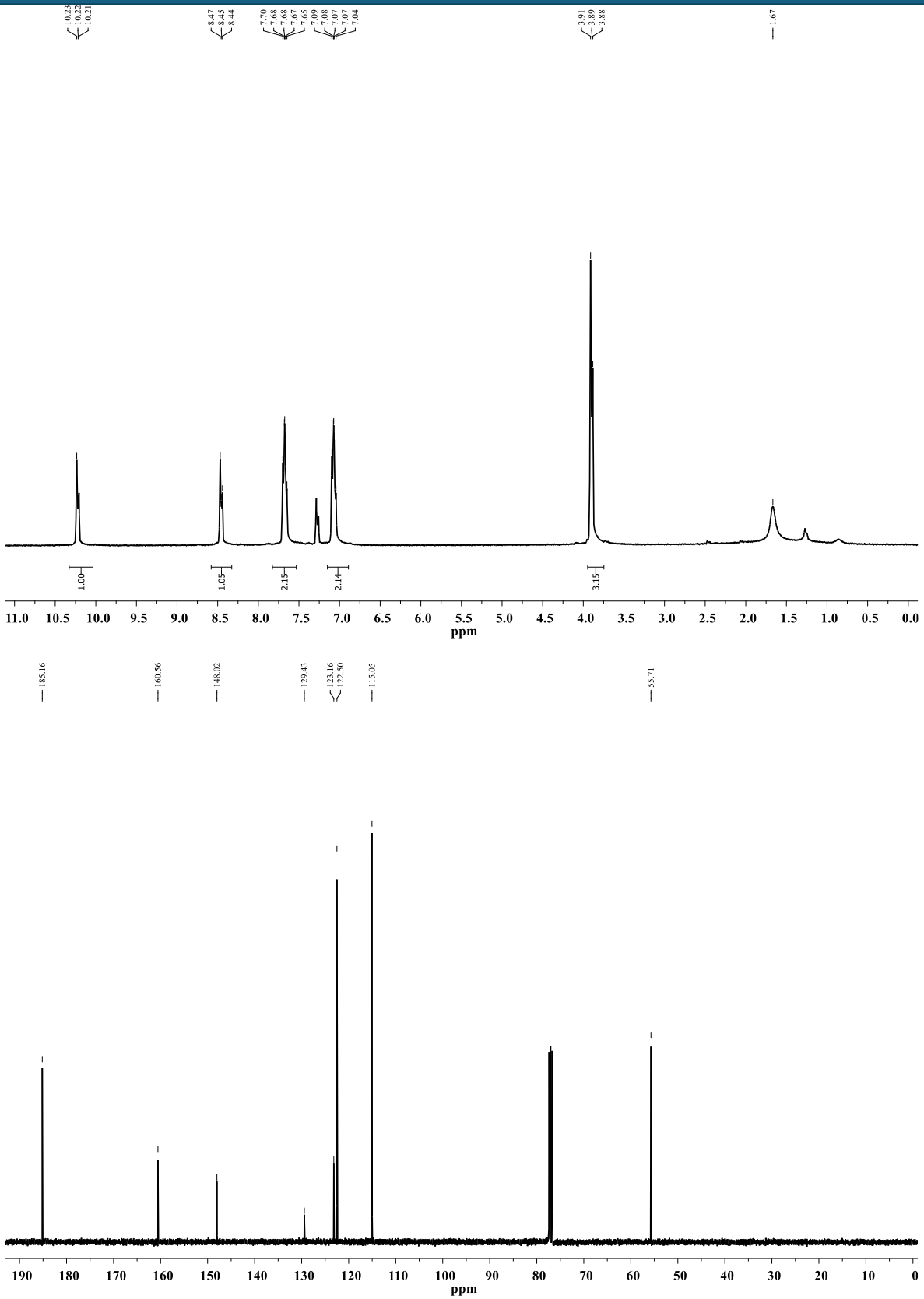


Figure 0.5 $^{1}H/^{13}C$ NMR spectra of compound 2b

Biological Activities

1,2,3-Triazoles are widely known due to their synthetic and biological importance (Lauria et al., 2014), and this ring system is also part of several important candidates with a wide range of therapeutic implications. For this purpose, the potentials of triazole derivative images as α-glucosidase inhibitors were screened. All images tested have a good inhibitory potential for α-glucosidase, showing IC_{50} values of 7.47±0.175 to 8.75±0.146 μM under positive control of acarbose (IC50 = 140 ± 5.4 μM). Among the studied ratios, the IC50 values were adjusted as 2a has excellent dual inhibitory potential against α-glucosidase. Models showing inhibitory effects on α-amylase and α-glucosidase enzymes using 1,2,3-triazoles (Sharma et al., 2024). However, the degree of inhibition can vary depending on the type. Some derivatives may cause different inhibition units by actively binding to the enzyme, while others bind to substrate linkages. Therefore, the inhibitory effects of 1,2,3-triazole parents on α-glucosidase enzymes may be influenced by their chemical structures. Here, the plant-based 2a with a 4-methyl substituent in benzene rings has shown excellent efficacy. Therefore, the synthetic molecule 2a could serve as a precursor in drug improvement for type II DM.

Molecular Docking

Molecular docking studies were conducted to determine the in vitro binding energies and binding sites of the tested compounds. After docking with α-glucosidase, the binding energies of the most stable conformations of compounds 2a and 2b were calculated as -7.1 and -6.6 kcal/mol, respectively. The binding positions are shown in Figures 3.6 and 3.7. Compound 2a formed hydrogen bonds with the triazole ring Gln256 (2.2 Å) and the carbonyl group Gln328 (2.8 Å) at the α-glucosidase binding site. Compound 2b formed hydrogen bonds with the methoxy group with Asn258 (2.2 Å) and His203 (2.3 Å), with the triazole ring with Gln256 (2.5 Å) and His326 (2.4 Å), and with the triazole ring with Arg415 (2.4 Å) residues. Compound 2a formed π-π interactions with the amino acid Phe163 (4.22 Å), and compound 2b formed π-π interactions with the amino acid Tyr63 (4.22 Å). Compound 2a formed π-anion interactions with Asp327 (3.34 Å), and compounds 2b formed π-anion interactions with Asp199 (4.92 Å) and Asp327 (3.26 Å), as well as numerous hydrophobic interactions.

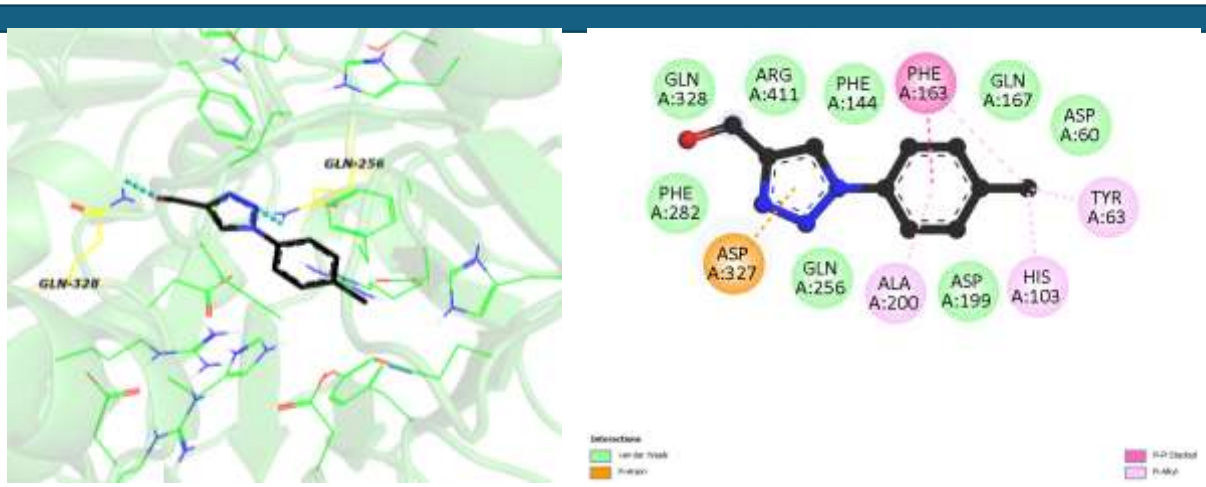


Figure 0.6 3D and 2D binding poses of the most decisive conformations of 2a with α-glucosidase

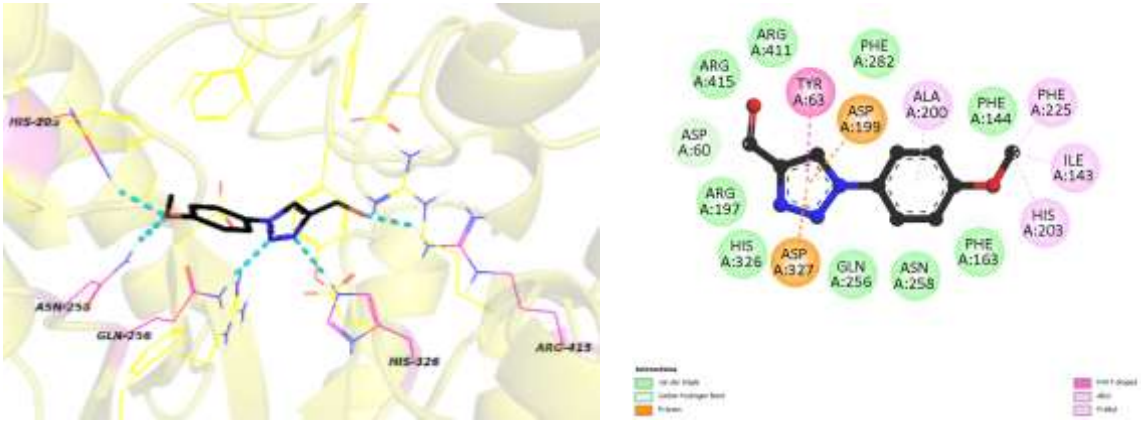


Figure 0.7 3D and 2D binding poses of the most decisive conformations of 2b with α-glucosidase

CONCLUSIONS

In this study, derivatives of 1,2,3-triazole aldehydes were synthesized, and their structures were elucidated by FTIR and $^{1}H/^{13}C$ NMR spectroscopy. Compounds exhibited remarkable inhibitory activity against the α-glucosidase enzyme. Specifically, compound 2a showed stronger inhibition than the reference drug acarbose. The enhanced activity of compound 2a may be attributed to the presence of a para-methyl substituent and the triazole ring, which likely contribute to favorable interactions with the enzyme active site. Molecular docking studies were consistent with the in vitro findings, indicating favorable binding energies and strong interactions between the compounds and key amino acid residues within the α-glucosidase active site. Hydrogen bonding, π–π stacking, π–anion interactions, and hydrophobic interactions were identified as the main contributors to binding stability, with compound 2a showing particularly strong and well-oriented interactions.

Acknowledgements

This study was supported by the Scientific Research Projects Coordination Unit of Kahramanmaraş Sütçü İmam University (Project No: 2022/4-18M)

REFERENCES

Abchir, O., Khedraoui, M., Nour, H., Yamari, I., Errougui, A., Samadi, A., & Chtita, S. (2024). Integrative Approach for Designing Novel Triazole Derivatives as α-Glucosidase Inhibitors: QSAR, Molecular Docking, ADMET, and Molecular Dynamics Investigations. *Pharmaceuticals*, *17*(2). https://doi.org/10.3390/ph17020261

Aispuro-Pérez, A., López-Ávalos, J., García-Páez, F., Montes-Avila, J., Picos-Corrales, L. A., Ochoa-Terán, A., Bastidas, P., Montaño, S., Calderón-Zamora, L., Osuna-Martínez, U., & Sarmiento-Sánchez, J. I. (2020). Synthesis and molecular docking studies of imines as α-glucosidase and α-amylase inhibitors. *Bioorganic Chemistry*, *94*(December 2019), 2–8. https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2019.103491

Chen, L., Du, J., Dai, Q., Zhang, H., Pang, W., & Hu, J. (2014). Prediction of anti-tumor chemical probes of a traditional Chinese medicine formula by HPLC fingerprinting combined with molecular docking. *European Journal of Medicinal Chemistry*, *83*, 294–306. https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2014.06.037

Erdoğan, E., Güngör, Ö., Güngör, S. A., Köse, M., & Tümer, M. (2025). New 1,2,3-triazole-quinazolinone skeleton as potential cholinesterase and α-amylase inhibitors: In vitro and in silico studies. *Journal of Molecular Liquids*, *424*. https://doi.org/10.1016/j.molliq.2025.126986

Hossain, U., Das, A. K., Ghosh, S., & Sil, P. C. (2020). An overview on the role of bioactive α-glucosidase inhibitors in ameliorating diabetic complications. In *Food and Chemical Toxicology* (Vol. 145). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.fct.2020.111738

Kashtoh, H., & Baek, K. H. (2022). Recent Updates on Phytoconstituent Alpha-Glucosidase Inhibitors: An Approach towards the Treatment of Type Two Diabetes. In *Plants* (Vol. 11, Issue 20). MDPI. https://doi.org/10.3390/plants11202722

Kerru, N., Gummidi, L., Maddila, S., Gangu, K. K., & Jonnalagadda, S. B. (2020). A review on recent advances in nitrogen-containing molecules and their biological applications. In *Molecules* (Vol. 25, Issue 8). MDPI AG. https://doi.org/10.3390/molecules25081909

Lal, B., Kumar, V., Tittal, R. K., Mathpati, R. S., & Chetti, P. (2025). Pyrazolone linked bis-1,2,3-Triazoles: Single Crystal-XRD, Polymorphism, Hirshfeld Surface Analysis, DFT, and Molecular Docking Studies. *Journal of Molecular Structure*, *1326*. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2024.141092

Lauria, A., Delisi, R., Mingoia, F., Terenzi, A., Martorana, A., Barone, G., & Almerico, A. M. (2014). 1,2,3-triazole in heterocyclic compounds, endowed with biological activity, through 1,3-dipolar cycloadditions. In *European Journal of Organic Chemistry* (Vol. 2014, Issue 16, pp. 3289–3306). Wiley-VCH Verlag. https://doi.org/10.1002/ejoc.201301695

Li, M. M., Chen, X., Deng, Y., & Lu, J. (2021). Recent advances of N-heterocyclic carbenes in the applications of constructing carbo- And heterocyclic frameworks with potential biological activity. In *RSC Advances* (Vol. 11, Issue 60, pp. 38060–38078). Royal Society of Chemistry. https://doi.org/10.1039/d1ra06155k

Lill, M. A., & Danielson, M. L. (2011). Computer-aided drug design platform using PyMOL. *Journal of Computer-Aided Molecular Design*, *25*(1), 13–19.

Liu, Z., Kuang, X., Xu, L., Fan, X., & Lou, W. (2025). Insights into novel α-glucosidase (α-GLU) inhibitory peptides from sturgeon fish muscle protein based on in-silico and in-vitro investigation. *Food Wellness*, *1*(1), 100010. https://doi.org/10.1016/j.foodw.2025.100010

Morris, G. M., Goodsell, D. S., Halliday, R. S., Huey, R., Hart, W. E., Belew, R. K., & Olson, A. J. (1998). Automated docking using a Lamarckian genetic algorithm and an empirical binding free energy function. *Journal of Computational Chemistry*, *19*(14), 1639–1662. https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-987X(19981115)19:14<1639::AID-JCC10>3.0.CO;2-B

Sharma, A., Dubey, R., Bhupal, R., Patel, P., Verma, S. K., Kaya, S., & Asati, V. (2024). An insight on medicinal attributes of 1,2,3- and 1,2,4-triazole derivatives as alpha-amylase and alpha-glucosidase inhibitors. In *Molecular Diversity* (Vol. 28, Issue 5, pp. 3605–3634). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/s11030-023-10728-1

Visualizer, D. S. (2021). Dassault Syst emes, San Diego. BIOVIA. *Dassault Systèmes, BIOVIA Workbook, Release.*

KOMET TESTİ İLE HT29 HÜCRE HATTINDA *USNEA BARBATA* LİKEN TÜRÜNÜN Ag-ZnO NANOKOMPOZİTLERİNİN ETKİLERİ

Kenan GÖK
Yozgat Bozok University, Graduate School of Education, Department of Biology
ORCID: 0000-0001-5954-0632
Prof. Dr. Dilek PANDIR
Yozgat Bozok University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology
ORCID: 0000-0001-5954-0632
Doç. Dr. Zekiye KOCAKAYA
Kayseri University, Safiye Çıkrıkçıoğlu Vocational School, Plant and Animal Production
ORCID: 0000-0001-5248-0462

ÖZET

Kanser, hücrelerin kontrolsüz çoğalması ve metastaz yapma yeteneği kazanmasıyla karakterize edilen, günümüzde halen önemli bir halk sağlığı sorunu olmaya devam eden kompleks bir hastalıktır. Mevcut kanser tedavileri etkili olmakla birlikte, sağlıklı hücrelerde oluşturdukları yan etkiler ve gelişen tedavi dirençleri nedeniyle yeni ve tamamlayıcı tedavi yaklaşımlarına olan ihtiyaç giderek artmaktadır. Bu bağlamda doğal kaynaklı bileşikler ve yeşil sentez yaklaşımları, çevre dostu ve biyouyumlu alternatifler sunmaları nedeniyle dikkat çekmektedir. Bu çalışmada, *Usnea barbata* likeni kullanılarak biyosentezlenen Ag-ZnO nanokompozitlerinin, HT29 kolon adenokarsinom hücre hattı üzerindeki genotoksik etkilerinin komet testi yöntemiyle değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Hücrelere farklı konsantrasyonlarda uygulanan nanokompozitlerin neden olduğu DNA hasarı gibi parametreler üzerinden analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlar, uygulanan Ag-ZnO nanokompozitlerinin doz artışına bağlı olarak DNA hasarında anlamlı değişikliklere yol açtığını ortaya koymuştur. Çalışma kapsamında elde edilen bulgular, *Usnea barbata* kaynaklı nanokompozitlerin hücresel düzeyde oluşturduğu genotoksik etkilerin aydınlatılmasına katkı sağlamakta ve doğal kaynaklı nanomalzemelerin antikanser potansiyelinin değerlendirilmesinde komet testinin etkin bir yöntem olduğunu göstermektedir. Bu yönüyle çalışma, hem kanser biyolojisi hem de yeşil nanoteknoloji alanlarında literatüre katkı sunmayı hedeflemektedir.

Anahtar Kelimeler: *Usnea barbata*, Ag-ZnO nanokompozitleri, HT29 hücre hattı, Komet testi

EFFECTS OF Ag-ZnO NANOCOMPOSITES OF *USNEA BARBATA* LICHEN SPECIES ON HT29 CELL LINE USING THE COMET TEST

ABSTRACT

Cancer is a complex disease characterized by uncontrolled cell proliferation and the ability to metastasize, and it remains a major global health problem. Although current cancer treatments are effective, their adverse effects on healthy cells and the development of treatment resistance highlight the need for novel and complementary therapeutic strategies. In this context, natural

products and green synthesis approaches have attracted increasing attention due to their environmentally friendly and biocompatible properties. In this study, the genotoxic effects of Ag-ZnO nanocomposites biosynthesized using *Usnea barbata* lichen on the HT29 colon adenocarcinoma cell line were evaluated by the comet assay. DNA damage induced by the nanocomposites applied at different concentrations was analyzed through relevant genotoxicity parameters. The results demonstrated that the Ag-ZnO nanocomposites caused significant, dose-dependent alterations in DNA damage levels. The findings of this study contribute to a better understanding of the genotoxic potential of *Usnea barbata*-derived nanocomposites at the cellular level and highlight the comet assay as a sensitive and reliable method for evaluating DNA damage in anticancer research. Overall, this work aims to provide valuable insights into the combined use of natural resources and green nanotechnology in cancer-related studies.

Keywords: *Usnea barbata*, Ag-ZnO nanocomposites, HT29 cell line, Comet assay

1.GİRİŞ

Kanser, hücre içindeki denge bozukluğundan kaynaklanan, çok yönlü ve çok aşamalı bir hastalık grubudur. Normal koşullarda hücreler, büyüme, farklılaşma ve ölüm hallerini genetik ve epigenetik süreçler yardımıyla çok sıkı bir şekilde düzenler. Ancak kanserli hücrelerde bu denge bozulur ve hücreler kontrolsüz bir şekilde bölünme, apoptozdan kaçış, dokuya sızma ve metastaz yapma gibi özellikler kazanmaya başlar. Bu durum; proto-onkogenlerin onkogen haline dönüşmesi, tümör baskılayıcı genlerin işlev kaybı ve DNA onarma sistemlerinin yetersizlikleriyle bağlantılıdır. (Hanahan & Weinberg, 2011).

Kanserin oluşumu sadece genetik değişimlerin bir sonucu değildir. Burada çevresel etkenler, yiyecek seçimleri, uzun süreli iltihaplanma ve yaşam tarzı unsurları da bu sürece büyük oranda etki eder. Özellikle reaktif oksijen türlerindeki (ROS) artış, DNA'da tek ve çift iplik kopmalarına neden olarak genetik dengesizliğe neden olabilir. Bu durum da tümör gelişimini hızlandırır (Reuter vd., 2010).

Dünya Sağlık Örgütü'nün verilerine dayanarak, kanser dünyanın dört bir yanında önemli bir ölüm sebebi olup her yıl milyonlarca yeni hasta ortaya çıkmaktadır. Şuan için kullanılan kemoterapi yöntemleri, ciddi yan etkiler ve ilaç direnci gibi sorunlar nedeniyle kanser tedavisinde her zaman yeterli sonuçlar elde edememektedir. Bu nedenle, daha etkili ve daha az zararlı tedavi yöntemlerinin geliştirilmesi önemlidir (Bray vd., 2018).

Tümör, genetik yapısı değişmiş hücrelerin sınırsız bir şekilde bölünerek artması sonucu meydana gelen bir doku yığınıdır. Tümörler ya iyi huylu ya da kötü huylu olarak sınıflandırılabilir. Kötü huylu tümörler, çevresindeki dokulara saldırma, yayılma ve yeni kan

damarları oluşturma gibi özellikleri bulunduğundan dolayı sağlıklı organizma için tehlikle arz etmektedir (Weinberg, 2013).

Tümör çevresi; kanser hücreleri, stroma hücreleri, bağışıklık sistemine ait hücreler, sitokinler ve dış hücre matrisinden meydana gelir. Bu çevre, tümör büyümesini, ilaçlara karşı direnci ve metastaz yapma olasılığını etkiler. Özellikle oksidatif stres ve iltihabi sinyaller, DNA zararını artırarak tümör oluşumunu destekleyebilmektedir. (Quail & Joyce, 2013).

Kolon kanseri, dünya çapında en yaygın kanser çeşitlerinden biri olarak biliniyor ve hem gelişmiş ülkelerde hem de gelişmekte olan ülkelerde önemli bir halk sağlığı meselesi durumuna gelmiştir. Beslenme alışkanlıkları, genetik mutasyonlar, iltihaplı bağırsak hastalıkları ve çevresel etkenler kolon kanserinin ortaya çıkmasında belirleyici etkenler olarak gösterilebilir (Arnold vd., 2017).

HT29 hücre hattı, insan kolon adenokarsinomundan türetilmiş, farklılaşmış özellikler gösteren ve kolon kanseri araştırmalarında yaygın olarak kullanılan bir in vitro modeldir. HT29 hücreleri; Birçok çalışma alanında (apoptoz, oksidatif stres, genotoksisite ve antikanser ajanların sitotoksik etkilerinin değerlendirilmesi) güvenilir bir modeldir. Ayrıca bu hücre hattı, ilaçlara karşı farklı etkiler göstererek potansiyel terapötik ajanların etkinliğinin araştırılmasına olanak sağlamaktadır (Ahmed vd., 2013).

Likenler, mantar ile fotosentez yapan alg veya siyanobakteri arasında kurulan simbiyotik ilişki sonucu meydana gelmiş, zorlu çevre koşullarına dayanıklı organizmalardır. Bu canlılar, ikincil metabolitler bakımından oldukça zengindir ve antimikrobiyal, antioksidan ve kanser karşıtı özellikler taşıyan çok sayıda biyolojik aktif bileşen barındırmaktadır (Boustie & Grube, 2005). Likenlerden elde edilen metabolitlerin, özellikle fenolik yapılar sayesinde oksidatif stresi azaltma ve hücrelerin bölünmesini düzenleme konusunda etkili olduğu bildirilmektedir.

Usnea barbata, Usnea türüne dahil olan ve usnik asit gibi pek çok fenolik bileşiği içeren önemli bir liken türüdür. Bu türe ait olan ekstraktların, antioksidan, antibakteriyel ve sitotoksik etkilere sahip olduğu çeşitli araştırmalarla kanıtlanmıştır. Özellikle usnik asidin, mitokondriyal işlevler üzerinde etkili olduğu ve kanser hücrelerinde apoptoz sürecini başlattığı bildirilmiştir (Cocchietto vd., 2002; Ranković vd., 2010).

Gümüş (Ag) ve çinko oksit (ZnO) nanopartikülleri, geniş yüzey alanı, reaktif oksijen türleri (ROS) oluşturma potansiyeli ve hücre içindeki biyomoleküllerle etkileşim kurma özellikleri nedeniyle kanser araştırmalarında önemlidir. Ag ve ZnO nanopartiküllerinin, kanser hücrelerinde oksidatif stres yaratarak DNA hasarını artırdığı ve mitokondriyal disfonksiyon ile apoptoz süreçlerini başlattığı ifade edilmiştir. (Akhtar vd., 2012; Rasmussen vd., 2010).

Yeşil sentez yöntemiyle üretilen Ag-ZnO nanokompozitler, biyolojik moleküllerle kaplı yüzeyleri sayesinde daha iyi biyouyumluluk ve hedefe yönelik sitotoksisite olasılığı vardır.

Bu çalışma çerçevesinde, *Usnea barbata* likeninden biyosentetik olarak elde edilen Ag-ZnO nanokompozitlerinin, insan kolon kanseri hücre hattı olan HT29 üzerindeki sitotoksik ve genotoksik etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, aynı likenden elde edilen ekstraktların biyolojik aktiviteleri de ele alınarak, doğal kaynaklı bileşenlerin ve nanoteknolojik yöntemlerin birlikte kullanımının kanserle mücadele potansiyelini göstermesi hedeflenmiştir. Çalışma sırasında elde edilecek verilerin, belirli bir toksisite seviyesinin tespitine katkıda bulunması ve gelecekte geliştirilecek çevre dostu ve doğal kaynaklı kanser tedavi ajanlarına bilimsel bir temel oluşturması beklenmektedir.

2.ARAŞTIRMA VE BULGULAR

2.1. Deneysel Çalışmalar

Liken Örneğinin Toplanması

Bu çalışmada yer alan *Usnea barbata* likeni, Kastamonu ilinin çevresindeki doğal yerlerden toplanmıştır. Elde edilen örnekler, Yozgat Bozok Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Liken Herbaryumu'nda muhafaza edilmektedir. Çalışmada, araştırılan likenlerin tanımlamaları belirli standart yöntemlere dayanarak gerçekleştirilmiştir.

Komet Testi

Flask yüzeyini tam olarak kaplayan HT29 hücreleri, tripsin-EDTA solüsyonu ile yüzeyden ayrıştırılmış ve ardından hücre sayımı yapılmıştır. Hücreler, altışarlı plaklardaki her bir kuyucuğa $2x10^5$ hücre şeklinde eklenerek, %5 CO_2 oranına sahip bir inkübatörde 37 °C'de 24 saat bekletilmiştir. Sonrasında, bu kuyucuklardaki hücrelere LC_{50} ve LC_{100} konsantrasyonlarında *U. barbata* liken ekstraktı ile besiyeri eklenerek yeniden 24 saatlik bir inkübasyon için inkübatöre alınmıştır.

İnkübasyon süresinin sonunda, *U. barbata* liken ekstraktı ile işlenmiş hücreler PBS ile seyreltilmiştir. Farklı konsantrasyonlardan alınan örnekler, 1:1 oranında karıştırılmış düşük erime noktalı agaroz ile karıştırılmıştır. Elde edilen karışım, önceden yüksek erime noktalı agaroz ile kaplanmış lamlar üzerine sürülmüş ve donmadan önce lameller ile kapatılmıştır.

Preparatlar, +4 °C derecede bekletilmiştir. Agaroz katılaştıktan sonra, lameller dikkatlice sökülmüş ve preparatlar liziz bulunan kaplara konulmuştur.

Lizis işlemi de tamamlandıktan sonra, preparatlar elektroforez tamponu ile doldurulmuş bir elektroforez tankına yerleştirilmiş ve 200 V'luk bir gerilimde 4 dakika boyunca çalıştırılmıştır. Elektroforez süreci bittikten sonra, preparatlar 15 dakika boyunca distile suda bekletilmiş ve

ardından kurutma kağıdında kurutulmuştur. Kurutulmuş preparatlar, %0,5 oranında Etidyum Bromür (EtBr) ile boyanmış ve floresan mikroskop altında gözlemlenmiştir. Kontrol ve deney gruplarındaki DNA hasarları değerlendirilmiş ve mikroskobik görüntüler kaydedilmiştir.

BULGULAR

Komet Testi

HT29 hücre hatlarına çeşitli konsantrasyonlarda uygulanan *U. barbata* liken ekstraktının genotoksik etkileri, DNA hasarını değerlendirebilen komet testi aracılığıyla kontrol edilmiştir. Kontrol grubunda DNA hasarından bahsedilmediği ve hücre çekirdeklerinin sağlam bir şekilde varlığını sürdürdüğü gözlemlenmiştir. Ancak ekstraktın dozlarının artmasıyla kuyruk uzunluğunda belirgin bir artış meydana geldiği, DNA ipliklerinin çekirdekten ayrılarak hasar gördüğü anlaşılmıştır.

DNA'nın aldığı hasarın boyutunun göstergelerinden biri olan kuyruk uzunluğu, artan yoğunluklara bağlı olarak genotoksik etkinin düzeyini ortaya koymaktadır. Ayrıca, % DNA, kuyruk momenti ve kuyruk yoğunluğu gibi diğer DNA hasar göstergeleri de incelenmiş ve bu göstergelerin ortalama değerleri istatistiksel olarak hesaplanmıştır. Kontrol ve deney gruplarında önemli farklılıklar olduğu ve genotoksik etkinin doza bağlı olarak yükseldiği tespit edilmiştir. Bu bulgular, Tablo 1'de detaylı bir şekilde yer almaktadır.

Ayrıca, komet testi verileri, *U. barbata* likeninin HT29 hücre hatlarında DNA zararına yol açtığını ve genotoksik etkilerinin doz artırıldıkça yükseldiğini ortaya koymaktadır. Tablo 1'de yer alan görsel bilgiler, ekstraktın genotoksisite potansiyelinin varlığını desteklemekte ve bu bilgiler doğrultusunda, liken ekstraktının sitotoksik ve genotoksik etkilerinin daha derinlemesine araştırılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Tablo 1. HT29 hücrelerinde kontrol ve uygulama gruplarında DNA hasarının (±SD) yüzdesi, kuyruk uzunluğu ve kuyruk momentinin ortalama değerleri, her iki grup arasındaki karşılaştırmalı analizleri

Gruplar	**DNA Kuyruk % ±SD**	**Kuyruk Uzunluğu ±SD**	**Kuyruk Moment ±SD**
Kontrol	18,42±2,87	4,017±0,7	0,739±0,02
LC_{50}	38,17±3,5	11,20±1,9	4,275±0,06
LC_{100}	67,43±7,6	16,52±3,1	11,13±0,23

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu araştırmada elde edilen sonuçlar, *Usnea barbata* likeninden elde edilen özlerin ve bu özlerle biyosentezlenen Ag-ZnO nanokompozitlerin HT29 kolon adenokarsinom hücre hattında gösterdiği sitotoksik ve genotoksik etkilerin, literatürdeki liken kökenli sekonder metabolitlerin

biyolojik etkileriyle tutarlı olduğunu göstermektedir. *U. barbata* 'nın önemli biyoaktif bileşenlerinden biri olan usnik asidin, kanser hücrelerinde hücre döngüsünü farklı aşamalarda durdurabilme ve apoptoz sinyalleşmesini harekete geçirebilmesi, daha önce yapılan araştırmalarda ortaya konulmuştur.

Pyrczak-Felczykowska ve arkadaşları (2019), usnik asit ve onun türevlerinin kanser hücrelerinde G0/G1, S ve G2/M aşamalarında hücre döngüsünü engellediğini ve bu etkinin özellikle pro-apoptotik mekanizmalarla bağlantılı olduğunu belirtmişlerdir. Aynı araştırmada, usnik asidin PARP parçalanmasını artırarak kaspaz bağımlı apoptozu tetiklediği ve anti-apoptotik Bcl-2 protein seviyelerini düşürdüğü gösterilmiştir. Bu mekanizmalar, araştırmamızda HT29 hücrelerinde gözlemlenen hücre canlılığındaki düşüş ile Comet testi sonucunda belirlenen DNA hasarı artışı ile örtüşmektedir (Pyrczak-Felczykowska vd., 2019).

Liken metabolitlerinin kanserle savaşma etkisinin sadece hücre döngüsünü durdurmakla kalmayıp, aynı zamanda mitokondriyal apoptoz yollarını tetiklemekle de bağlantılı olduğu bilimsel çalışmalarla ortaya konulmuştur. Hong ve ekibi, liken kökenli lobarik asit ve lobarstinin kanser hücrelerinde mitokondriyal zar potansiyelini bozarak apoptoz oluşturduğunu ve bu etkinin aynı zamanda antiproliferatif, antioksidan ve antiinflamatuar etkilerle desteklendiğini bulmuşlardır. *U. barbata* ekstraktlarının benzer fenolik ve dibenzofuran bileşenleri barındırması, elde ettiğimiz sitotoksik etkinin bu mekanizmalarla ilişkili olabileceği fikrini uyandırmaktadır (Hong vd., 2018).

Brisdelli ve arkadaşlarının yaptığı araştırmalarda, usnik asit, protolichesterinik asit ve diğer liken metabolitlerinin çeşitli kanser hücre hatlarında doz bağımlı antiproliferatif etkiler sergilediği bildirilmiştir (Brisdelli vd., 2013). Özellikle protolichesterinik asidin, kaspaz aktivasyonunu artırarak apoptozu başlattığı ve kemoterapötik ilaçlarla birlikte sinerjik etki gösterebildiği ifade edilmiştir (Brisdelli vd., 2016). Bu sonuçlar, *U. barbata.*'dan elde edilen doğal bileşiklerin hem tek başına hem de nanoteknolojik sistemler içinde kullanıldığında kanserle mücadele potansiyelinin artabileceğini göstermektedir.

Çalışmamızda analiz edilen Ag-ZnO nanokompozitlerin genotoksik etkilerinin Comet testi ile belirlenmesi, metal oksit nanopartiküllerin kanser hücrelerinde reaktif oksijen türlerinin (ROS) üretimini artırarak DNA'ya zarar verdiğine dair olan literatürle uyumlu bir bulgudur. Daha önce HT29 hücre hattında yapılan çalışmalar, ZnO ve Ag bazlı nanopartiküllerin oksidatif stres yoluyla DNA'da tek ve çift zincir kırıkları oluşturabileceğini ve bu durumun hücre ölümünü tetikleyebileceğini göstermiştir (Wu vd., 2019). *U. barbata* ekstresi aracılığıyla sentezlenen nanokompozitlerin, yüzeylerinde bulunan biyomoleküller sayesinde bu etkiyi daha hedefli ve

kontrol edilebilir bir şekilde geliştirebileceği düşünülmektedir.

Buna ek olarak, Kılıç ve arkadaşları tarafından bildirilen bir çalışmada, liken kökenli vulpinik ve difraktaik asitlerin p53 ifadesini artırarak apoptozu başlattığı ve normal hücrelere kıyasla kanser hücrelerinde daha belirgin bir sitotoksik etki gösterdiği belirtilmiştir. Bu spesifik toksisite özelliği, ilerleyen aşamalarda normal hücre hatları ile yapılacak karşılaştırmalı incelemeler için önemli bir bilimsel temel oluşturmaktadır (Kılıç vd., 2018).

Sonuç olarak, bu çalışma *U. barbata*'nın içerdiği sekonder metabolitlerin hem ekstrakt formunda hem de Ag-ZnO nanokompozit yapılar içinde değerlendirildiğinde, HT29 kolon kanseri hücrelerinde sitotoksik ve genotoksik etkiler yarattığını ortaya koymaktadır. Elde edilen sonuçlar, doğal kaynaklı biyomalzemelerin nanoteknolojik metotlarla birleştirilmesinin, daha etkili ve muhtemelen daha az toksik kanser tedavi yöntemlerinin geliştirilmesine yardımcı olabileceğini göstermektedir.

Bu araştırmada, Usnea barbata likeninden elde edilen ekstraktlar kullanılarak biyosentezlenen Ag-ZnO nanokompozitlerinin HT29 kolon adenokarsinom hücre hattı üzerindeki toksisite ve genetik etki düzeyleri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, uygulanan ekstrakt ve nanokompozitlerin hücre yaşam oranını doza bağlı olarak anlamlı bir biçimde azalttığını ve DNA hasarını artırdığını göstermektedir. Özellikle komet testi bulguları, Ag-ZnO nanokompozitlerinin hücresel DNA üzerinde belirgin bir şekilde tek zincir kırıkları oluşturduğunu ve bu etkinin artan konsantrasyonlarla daha belirgin hale geldiğini ortaya koymuştur.

Araştırmadan elde edilen bulgular, Usnea barbata'nın içindeki sekonder metabolitlerin kanserle mücadeledeki potansiyelini destekleyen niteliktedir. Liken kökenli biyomoleküllerle gerçekleştirilen yeşil sentez yöntemiyle elde edilen nanokompozitlerin, geleneksel kimyasal sentez yöntemleriyle kıyaslandığında daha çevre dostu ve biyouyumlu olmaları beklenmektedir. Bunun yanı sıra, Ag ve ZnO'nun bir arada kullanılmasıyla oluşturulan nanokompozit yapıların, oksidatif stres mekanizmaları aracılığıyla kanser hücrelerinde DNA hasarını artırarak hücre ölümünü tetikleme olasılığı değerlendirilmektedir.

Sonuç olarak, bu araştırma Usnea barbata liken türünün, kolon kanseri hücreleri üzerindeki olası kanserle mücadele etkilerini gösterebileceğini ve yeşil sentez yöntemleri ile üretilen Ag-ZnO nanokompozitlerinin kanser çalışmaları için ümit verici bir alternatif sağlayabileceğini ortaya koymaktadır. Elde edilen sonuçlar, doğal kaynaklardan elde edilen biyomalzemelerin nanoteknoloji ile birleştirilmesinin, gelecekte daha etkili ve hedefe yönelik tedavi yöntemlerinin geliştirilmesini destekleyebileceğini göstermektedir. Bu bağlamda, gelecek

çalışmaların normal hücre hatlarıyla yapılacak karşılaştırmalı incelemelerin ve moleküler düzeydeki mekanizma araştırmalarının önemine vurgu yapması gerektiği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Ahmed, D., Eide, P. W., Eilertsen, I. A., Danielsen, S. A., Eknæs, M., Hektoen, M., … Lothe, R. A. (2013). Epigenetic and genetic features of colorectal cancer cell lines**.** *Human Molecular Genetics, 22*(23), 4650–4662
Ahmed, K. B. A., Nagy, A. M., Brown, R. P., Zhang, Q., Malghan, S. G., & Goering, P. L. (2013). Silver nanoparticles: Significance of physicochemical properties and biological effects. Journal of Environmental Sciences, 25(1), 7–14.

Akhtar, M. J., et al. (2012). Zinc oxide nanoparticles selectively induce apoptosis in cancer cells. Toxicology in Vitro, 26(4), 687–696.

Boustie, J., & Grube, M. (2005). Lichens—a promising source of bioactive secondary metabolites. Plant Genetic Resources, 3(2), 273–287.

Brisdelli, F., Celenza, G., Bellio, P., et al. (2016). Synergistic antiproliferative effects of protolichesterinic acid and doxorubicin in cancer cells. European Journal of Medicinal Chemistry, 108, 1–9.

Brisdelli, F., Perilli, M., Sellitri, D., et al. (2013). Cytotoxic activity of lichen secondary metabolites against cancer cells. Phytomedicine, 20(10), 1–7.

Cocchietto, M., et al. (2002). Usnic acid cytotoxicity on human cancer cell lines. Anticancer Research, 22(4), 2229–2235.

Hanahan, D., & Weinberg, R. A. (2011). Hallmarks of cancer: The next generation. Cell, 144(5), 646–674.

Hong, J. M., Suh, S. S., Kim, T. K., Kim, J. E., Han, S. J., Youn, U. J., Yim, J.H & Kim, I. C. (2018). Anti-cancer activity of lobaric acid and lobarstin extracted from the antarctic lichen Stereocaulon alpnum. *Molecules*, *23*(3), 658.

Kılıç, N., Aras, S., & Cansaran-Duman, D. (2018). Determination of vulpinic acid effect on apoptosis and mRNA expression levels in breast cancer cell lines. *Anti-Cancer Agents in Medicinal Chemistry (Formerly Current Medicinal Chemistry-Anti-Cancer Agents), 18*(14), 2032-2041.

Pyrczak-Felczykowska, A., Narlawar, R., Pawlik, A., Guzow-Krzemińska, B., Artymiuk, D., Hać, A., Rüş, K., Rendina, L.M., Reekie, T.A., Herman-Antosiewicz, A & Kassiou, M. (2019). Synthesis of usnic acid derivatives and evaluation of their antiproliferative activity against cancer cells. Journal of natural products, 82(7), 1768-1778.

Quail, D. F., & Joyce, J. A. (2013). Microenvironmental regulation of tumor progression and metastasis. Nature Medicine, 19(11), 1423–1437.
Arnold, M., et al. (2017). Global patterns and trends in colorectal cancer incidence and mortality. Gut, 66(4), 683–691.

Ranković, B., et al. (2010). Antioxidant and antimicrobial activity of lichens. Food Chemistry, 119(1), 144–150.

Rasmussen, J. W., et al. (2010). Zinc oxide nanoparticles for selective destruction of tumor cells. Nanomedicine, 5(6), 1001–1010.

Reuter, S., Gupta, S. C., Chaturvedi, M. M., & Aggarwal, B. B. (2010). Oxidative stress, inflammation, and cancer: How are they linked? Free Radical Biology and Medicine, 49(11), 1603–

1616.
Bray, F., et al. (2018). Global cancer statistics 2018. CA: A Cancer Journal for Clinicians, 68(6), 394–424.

Weinberg, R. A. (2013). The Biology of Cancer (2nd ed.). Garland Science.

Wu, M., Wang, Y., Wang, Y., et al. (2019). ZnO nanoparticles induce oxidative stress and DNA damage in HT29 colon cancer cells. Journal of Photochemistry and Photobiology B, 199, 111602.

BİYOLOJİK KAYNAKLI YEŞİL SENTEZ YAKLAŞIMLARI VE UYGULAMALARI

Kenan GÖK
Yozgat Bozok University, Graduate School of Education, Department of Biology
ORCID: 0000-0001-5954-0632
Prof. Dr. Dilek PANDIR
Yozgat Bozok University, Faculty of Arts and Sciences, Department of Biology
ORCID: 0000-0001-5954-0632
İlayda ÜNAL
ORCID: 0009-0002-1805-312X
Yozgat Bozok University, Graduate School of Education, Department of Biology

ÖZET

Yeşil sentez, insan sağlığına ve çevreye zarar vermeyen, sürdürülebilir ve ekonomik yöntemler sunduğu için son dönemlerde birçok bilim dalında sıkça tercih edilen bir üretim tekniğidir. Bu yöntem; zararlı kimyasalların kullanımını en az seviyeye indirgeyerek, doğal kaynaklardan elde edilen biyomateryaller, bitki özleri, mikroorganizmalar ve likenler gibi biyolojik unsurların indirgeme ve stabilizasyon özelliklerinden faydalanmayı amaçlar. Özellikle nanopartikül ve nanokompozitlerin sentezinde tercih edilen yeşil sentez yöntemleri, tıp, biyoteknoloji, çevre mühendisliği, gıda güvenliği ve enerji teknolojileri gibi çeşitli alanlarda önemli uygulamalara sahiptir. Antibakteriyel ve antikanser maddelerin geliştirilmesi, çevre kirliliğinin temizlenmesi, biyosensör tasarımları ve ilaç taşıyıcı sistemlerin üretimi bu alanlar arasında yer almaktadır. Yeşil sentez, sıfır atık anlayışıyla uyumlu olması ve yenilenebilir biyolojik kaynakların kullanılmasına olanak tanıması sayesinde, çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunmakta ve geleneksel sentez yöntemlerinin alternatifleri arasında öne çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yeşil sentez, Sürdürülebilirlik, Nanopartikül, Sıfır atık

BIOLOGICALLY DERIVED GREEN SYNTHESIS APPROACHES AND THEIR APPLICATIONS

ABSTRACT

Green synthesis is a production technique that has been increasingly preferred in many scientific disciplines in recent years due to its ability to offer sustainable, economical, and environmentally friendly methods that do not pose risks to human health. This approach aims to minimize the use of hazardous chemicals by utilizing the reducing and stabilizing properties of biological components such as biomaterials obtained from natural sources, plant extracts, microorganisms, and lichens. Green synthesis methods, particularly employed in the production of nanoparticles and nanocomposites, have significant applications in various fields including medicine, biotechnology, environmental engineering, food safety, and energy technologies. The development of antibacterial and anticancer agents, environmental remediation, biosensor

design, and the production of drug delivery systems are among these application areas. Owing to its compatibility with the zero-waste concept and its reliance on renewable biological resources, green synthesis contributes to environmental sustainability and stands out as a promising alternative to conventional synthesis methods.

Keywords: Green synthesis, Sustainability, Nanoparticles, Zero waste

1. GİRİŞ

Sanayileşmenin hız kazanmasıyla birlikte artan üretim faaliyetleri, çevresel kirlilik, iklim değişikliği ve ekosistem tahribatı gibi küresel sorunları beraberinde getirmiştir. Geleneksel kimyasal sentez yöntemlerinde kullanılan toksik reaktifler, yüksek enerji gereksinimi ve tehlikeli yan ürünlerin açığa çıkması, bu süreçlerin çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerini daha da belirgin hâle getirmiştir. Bu durum, çevre dostu ve sürdürülebilir alternatif sentez yöntemlerinin geliştirilmesini zorunlu kılmıştır (Teo vd., 2021).

Yeşil kimya kavramı, kimyasal ürünlerin ve süreçlerin tasarımında zararlı maddelerin kullanımını ve oluşumunu azaltmayı veya tamamen ortadan kaldırmayı amaçlayan bir yaklaşım olarak tanımlanmaktadır. Yeşil sentez ise bu yaklaşımın uygulamaya yansımış hali olup, çevresel etkilerin minimize edilmesini ve doğal kaynakların verimli kullanılmasını hedeflemektedir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, yeşil sentez yöntemlerinin yalnızca çevresel açıdan değil, aynı zamanda ekonomik ve teknolojik açıdan da avantajlar sunduğunu ortaya koymuştur (Zimmerman vd., 2020).

Biyolojik kaynaklı yeşil sentez, doğal sistemlerin sunduğu biyokimyasal mekanizmalardan yararlanarak gerçekleştirilen çevre dostu üretim süreçlerini kapsamaktadır. Bitki ekstraktları, mikroorganizmalar, algler ve likenler gibi biyolojik materyaller; içeriklerindeki fenolik bileşikler, flavonoidler, proteinler ve polisakkaritler sayesinde indirgeme ve stabilizasyon ajanı olarak görev yapabilmektedir. Bu sayede sentetik kimyasallara ihtiyaç duyulmadan, güvenli ve sürdürülebilir sentez süreçleri geliştirilebilmektedir (Hano & Abbasi, 2021; Rónavári vd., 2021).

Özellikle nanoteknoloji alanında yeşil sentez yöntemlerine olan ilgi giderek artmaktadır. Biyolojik yollarla sentezlenen nanopartiküllerin kontrollü boyut dağılımı, yüksek biyouyumluluk ve düşük toksisite gibi özellikler sergilediği bildirilmektedir. Bu nanomateryallerin antibakteriyel, antikanser ve antioksidan aktivitelerinin yanı sıra çevresel iyileştirme ve enerji teknolojileri gibi alanlarda da etkin çözümler sunduğu gösterilmiştir (Ahmad vd., 2019; Khan vd., 2022).

Son yıllarda yayımlanan çalışmalar, biyolojik kaynaklı yeşil sentezin sürdürülebilir kalkınma

hedefleriyle uyumlu bir yaklaşım olduğunu ortaya koymaktadır. Düşük enerji gereksinimi, atık oluşumunun minimize edilmesi ve yenilenebilir biyolojik kaynakların kullanımı, bu yöntemlerin geleneksel sentez tekniklerine kıyasla önemli avantajlar sunmasını sağlamaktadır Bununla birlikte, ölçeklenebilirlik, standardizasyon ve mekanizma aydınlatılması gibi konular hâlen araştırılması gereken önemli başlıklar arasında yer almaktadır (Cosentino vd., 2024).

Bu bağlamda, mevcut derleme çalışmanın amacı; biyolojik kaynaklı yeşil sentez yaklaşımlarını temel ilkeleriyle birlikte ele almak, güncel literatür ışığında uygulama alanlarını değerlendirmek ve bu yöntemlerin gelecekteki potansiyel kullanım alanlarına yönelik kapsamlı bir bakış açısı sunmaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Yeşil Sentez ve Yeşil Kimya İlkeleri

Yeşil sentez kavramı, kimyasal ürünlerin ve süreçlerin çevreye olan olumsuz etkilerini azaltmayı amaçlayan yeşil kimya yaklaşımının uygulamaya yansımış hali olarak tanımlanmaktadır. Yeşil kimya, kimyasal maddelerin tasarımından üretimine kadar olan tüm aşamalarda insan sağlığına ve çevreye zarar veren unsurların minimize edilmesini hedefleyen bütüncül bir yaklaşım sunmaktadır. Bu yaklaşım, yalnızca çevresel sürdürülebilirliği değil, aynı zamanda ekonomik verimliliği ve toplumsal faydayı da ön plana çıkarmaktadır (Soltys vd., 2021).

Yeşil kimyanın temelini oluşturan ilkeler, kimyasal süreçlerin daha güvenli, daha verimli ve çevreyle uyumlu olacak şekilde yeniden tasarlanmasını teşvik etmektedir. Bu kapsamda geliştirilen yeşil sentez yöntemleri, toksik çözücülerin kullanımını azaltmakta, enerji tüketimini düşürmekte ve atık oluşumunu en aza indirmektedir. Geleneksel sentez yöntemleriyle karşılaştırıldığında, yeşil sentez yaklaşımlarının çevresel ayak izini önemli ölçüde azalttığı bildirilmektedir (de Marco vd., 2019).

Yeşil kimya literatüründe yaygın olarak kabul gören on iki temel ilke, yeşil sentez süreçlerinin bilimsel ve teknik çerçevesini oluşturmaktadır. Bu ilkeler; atık oluşumunun önlenmesi, atom ekonomisinin artırılması, daha az tehlikeli kimyasalların kullanımı, güvenli çözücü ve yardımcı maddelerin tercih edilmesi, enerji verimliliğinin sağlanması ve yenilenebilir ham maddelerin kullanımı gibi temel hedefleri içermektedir. Özellikle yenilenebilir biyolojik kaynakların kullanılması, yeşil sentez yaklaşımlarının sürdürülebilirlik açısından en güçlü yönlerinden biri olarak değerlendirilmektedir (Ardila-Fierro & Hernández, 2021).

Enerji verimliliği, yeşil sentezin temel unsurlarından biridir. Geleneksel kimyasal süreçler genellikle yüksek sıcaklık ve basınç gerektirirken, yeşil sentez yöntemleri çoğunlukla ortam

koşullarına yakın sıcaklık ve basınçlarda gerçekleştirilebilmektedir. Bu durum, enerji tüketiminin azalmasına ve karbon salınımının düşürülmesine katkı sağlamaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalar, biyolojik kaynaklı yeşil sentez yöntemlerinin enerji gereksiniminin konvansiyonel yöntemlere kıyasla önemli ölçüde daha düşük olduğunu ortaya koymuştur (Madani vd., 2022).

Yeşil sentez yaklaşımlarının bir diğer önemli bileşeni, sıfır atık ve atık minimizasyonu prensibidir. Bu bağlamda sentez süreçlerinde yan ürün oluşumunun azaltılması ve ortaya çıkan atıkların geri kazanılabilir veya biyolojik olarak parçalanabilir nitelikte olması hedeflenmektedir. Biyolojik materyaller kullanılarak gerçekleştirilen yeşil sentezlerde, reaksiyon yan ürünlerinin çoğunlukla toksik olmayan ve doğada kolaylıkla parçalanabilen bileşiklerden oluştuğu bildirilmektedir (Aswathi vd., 2023; Bhattacharjee vd., 2024).

Çözücü seçimi de yeşil sentez açısından kritik bir parametre olarak değerlendirilmektedir. Geleneksel kimyada yaygın olarak kullanılan organik çözücüler, uçucu, yanıcı ve toksik özellikler gösterebilmektedir. Yeşil sentez yaklaşımlarında ise su, etanol gibi çevre dostu çözücüler tercih edilmekte veya çözücü kullanılmadan gerçekleştirilen sentez yöntemleri geliştirilmektedir. Bu durum, hem çevresel riskleri azaltmakta hem de süreç güvenliğini artırmaktadır (Sahoo vd., 2020; Zhao vd., 2024).

Biyolojik kaynaklı yeşil sentez, yeşil kimya ilkeleriyle yüksek düzeyde uyum göstermektedir. Bitkiler, mikroorganizmalar, algler ve likenler; doğal indirgeme ajanları ve stabilizatörler olarak görev yapabilen zengin biyokimyasal bileşikler içermektedir. Bu biyolojik sistemlerin kullanılması, sentetik kimyasallara olan ihtiyacı azaltarak daha güvenli ve sürdürülebilir sentez süreçlerinin geliştirilmesine olanak tanımaktadır. Ayrıca biyolojik temelli yaklaşımlar, biyouyumluluk ve düşük toksisite gibi avantajlar sunarak özellikle biyomedikal uygulamalar açısından önemli bir potansiyel taşımaktadır (Rattan vd., 2021; Mukherjee vd., 2021; Salem vd., 2021).

Sonuç olarak yeşil sentez ve yeşil kimya ilkeleri, çevresel sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda geliştirilen modern kimyasal ve biyoteknolojik yaklaşımların temelini oluşturmaktadır. Güncel literatür, bu ilkeler doğrultusunda geliştirilen biyolojik kaynaklı sentez yöntemlerinin hem çevresel hem de teknolojik açıdan güçlü alternatifler sunduğunu ortaya koymaktadır. Ancak bu yöntemlerin daha geniş ölçeklerde uygulanabilmesi için süreç optimizasyonu, standardizasyon ve mekanizma temelli çalışmaların artırılması gerektiği vurgulanmaktadır.

2.2. Biyolojik Kaynaklı Yeşil Sentez Yaklaşımları

Biyolojik kaynaklı yeşil sentez yaklaşımları, canlı organizmaların veya bu organizmalardan elde edilen biyomoleküllerin indirgeme ve stabilizasyon kapasitelerinden yararlanılarak gerçekleştirilen çevre dostu sentez yöntemlerini kapsamaktadır. Bu yaklaşımlar, sentetik kimyasalların kullanımını azaltması, düşük enerji gereksinimi ve biyouyumluluk gibi avantajları nedeniyle son yıllarda yoğun ilgi görmektedir. Bitkiler, mikroorganizmalar, algler ve likenler; içerdikleri zengin sekonder metabolit profili sayesinde yeşil sentez süreçlerinde etkili biyolojik ajanlar olarak değerlendirilmektedir (Alavi vd., 2022; Deoli vd., 2025).

Biyolojik sistemlerin yeşil sentezde kullanılmasının temelinde, bu organizmaların doğal metabolik süreçler aracılığıyla metal iyonlarını indirgeme ve oluşan nanoyapıları stabilize edebilme yeteneği yatmaktadır. Fenolik bileşikler, flavonoidler, alkaloidler, proteinler, polisakkaritler ve organik asitler gibi biyomoleküller, bu süreçlerde anahtar rol oynamaktadır. Bu sayede toksik reaktiflere ihtiyaç duyulmadan, çevreyle uyumlu sentez süreçleri geliştirilebilmektedir (El-Seedi vd., 2019; Bouttier-Figueroa vd., 2023).

3.1. Bitki Ekstraktları ile Yeşil Sentez

Bitki ekstraktları, biyolojik kaynaklı yeşil sentez çalışmalarında en yaygın kullanılan materyaller arasında yer almaktadır. Yaprak, kök, gövde, meyve ve tohum gibi bitki kısımlarından elde edilen ekstraktlar; yüksek oranda fenolik bileşikler ve antioksidanlar içermektedir. Bu bileşikler, metal iyonlarının indirgenmesinde etkin rol oynarken aynı zamanda sentezlenen nanoyapıların stabilitesini artırmaktadır (Jadoun vd., 2021).

Bitki temelli yeşil sentez yöntemlerinin tercih edilmesinde, bu yöntemlerin basit uygulanabilirliği, düşük maliyeti ve geniş ölçekli üretime uygunluğu etkili olmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalar, bitki ekstraktları kullanılarak sentezlenen metal nanopartiküllerin antibakteriyel, antifungal ve antikanser özellikler sergilediğini ortaya koymuştur. Ayrıca bitkisel kaynaklı sentezlerin, nanopartikül boyut ve morfolojisinin kontrol edilmesine olanak tanıdığı bildirilmektedir (Singh vd., 2023).

3.2. Mikroorganizmalar ile Yeşil Sentez

Bakteriler, mantarlar ve mayalar gibi mikroorganizmalar, biyolojik yeşil sentez süreçlerinde önemli bir diğer ajan grubunu oluşturmaktadır. Mikroorganizmalar, hücre içi veya hücre dışı mekanizmalar yoluyla metal iyonlarını indirgeme yeteneğine sahiptir. Bu süreçlerde enzimler, proteinler ve hücresel metabolitler etkin rol oynamaktadır (Bahrulolum vd., 2021).

Mikroorganizma temelli yeşil sentez yöntemleri, özellikle kontrollü nanopartikül üretimi açısından avantaj sağlamaktadır. Hücre dışı sentez yöntemleri, saflaştırma aşamasını

kolaylaştırırken; hücre içi sentezler daha homojen ve stabil nanoyapıların elde edilmesine olanak tanımaktadır. Bununla birlikte, mikroorganizma temelli yöntemlerin sterilizasyon gereksinimi ve üretim süresinin uzunluğu gibi sınırlılıkları da bulunmaktadır (Adeleke vd., 2024).

2.3. Algler ile Yeşil Sentez

Algler, hızlı büyüme kapasiteleri ve zengin biyokimyasal içerikleri sayesinde yeşil sentez çalışmalarında giderek daha fazla ilgi görmektedir. Alg hücrelerinde bulunan polisakkaritler, proteinler ve pigmentler, metal iyonlarının indirgenmesi ve stabilize edilmesinde etkili rol oynamaktadır. Alg temelli yeşil sentez yöntemlerinin, özellikle sucul ekosistemlerle uyumlu olması çevresel açıdan önemli bir avantaj olarak değerlendirilmektedir (Hameed vd., 2023).

Son yıllarda yapılan araştırmalar, algler kullanılarak sentezlenen nanomateryallerin biyomedikal ve çevresel uygulamalarda yüksek performans sergilediğini göstermektedir. Bununla birlikte, alg biyokütlesinin sürekliliği ve ekstraksiyon süreçlerinin standardizasyonu, bu alandaki temel araştırma konuları arasında yer almaktadır.

2.4. Likenler ile Yeşil Sentez

Likenler, mantar ve fotosentetik bir organizmanın simbiyotik birlikteliği sonucu oluşan özgün yapılarıyla, yeşil sentez yaklaşımlarında dikkat çeken biyolojik sistemler arasında yer almaktadır. Likenlerin içerdiği sekonder metabolitler; güçlü indirgeme ve antioksidan özellikler sergileyerek yeşil sentez süreçlerinde etkin rol oynamaktadır. Bu özellikleri sayesinde likenler, metal nanopartiküllerin çevre dostu yöntemlerle sentezlenmesi için önemli bir potansiyel sunmaktadır (Hamida vd., 2021; Rattan vd., 2021).

Liken temelli yeşil sentez çalışmalarında elde edilen nanomateryallerin antibakteriyel ve antikanser aktiviteler gösterdiği bildirilmektedir. Ayrıca likenlerin ekstrem çevresel koşullara adaptasyon yetenekleri, bu organizmaların farklı sentez koşullarına uyum sağlayabilmesini mümkün kılmaktadır. Ancak likenlerin yavaş büyüme hızları ve biyokütle teminindeki sınırlılıklar, bu yöntemin yaygın kullanımını kısmen kısıtlamaktadır (Baláž vd., 2020).

Genel olarak değerlendirildiğinde, biyolojik kaynaklı yeşil sentez yaklaşımları; çevre dostu üretim, düşük toksisite ve sürdürülebilirlik açısından güçlü avantajlar sunmaktadır. Güncel literatür, bu yöntemlerin nanoteknoloji ve biyomedikal uygulamalar başta olmak üzere birçok alanda etkili çözümler sunduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, süreçlerin standardizasyonu ve mekanizma temelli çalışmaların artırılması, biyolojik yeşil sentezin gelecekteki uygulamaları açısından kritik önem taşımaktadır.

3. YEŞİL SENTEZLE ELDE EDİLEN NANOMATERYALLER

Nanoteknolojide kullanılan materyallerin çevre dostu yöntemlerle üretilmesi, yeşil sentez yaklaşımlarının en önemli uygulama alanlarından birini oluşturmaktadır. Nanomateryaller; boyutlarının nanometre ölçeğinde olması nedeniyle yüksek yüzey alanı/hacim oranına sahip olup, fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikler açısından konvansiyonel materyallerden farklı davranışlar sergilemektedir. Ancak geleneksel nanopartikül sentez yöntemleri genellikle toksik kimyasallar, yüksek enerji tüketimi ve çevreye zararlı yan ürünlerin oluşumu ile ilişkilendirilmektedir. Bu nedenle son yıllarda yeşil sentez yöntemleri, nanomateryal üretiminde sürdürülebilir bir alternatif olarak öne çıkmaktadır (Iravani & Varma, 2020).

Biyolojik kaynaklı yeşil sentezle elde edilen nanomateryaller, biyouyumlulukları, düşük toksisiteleri ve çevreyle uyumlu üretim süreçleri sayesinde özellikle biyomedikal ve çevresel uygulamalar açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Güncel çalışmalar, yeşil sentezle üretilen nanoyapıların kontrollü boyut dağılımı ve stabilite açısından geleneksel yöntemlerle elde edilen nanomateryallerle karşılaştırılabilir özellikler sergilediğini ortaya koymuştur (Singh vd., 2018).

3.1. Metal Nanopartiküller

Metal nanopartiküller, yeşil sentez çalışmalarında en yaygın araştırılan nanomateryal grubunu oluşturmaktadır. Gümüş (Ag), altın (Au), çinko oksit (ZnO), bakır oksit (CuO) ve demir oksit (Fe_3O_4) nanopartikülleri, biyolojik kaynaklı yeşil sentez yöntemleriyle başarıyla üretilebilmektedir. Bitki ekstraktları, mikroorganizmalar, algler ve likenler; metal iyonlarının indirgenmesi ve oluşan nanopartiküllerin stabilize edilmesinde etkin rol oynamaktadır (Dikshit vd., 2021).

Yeşil sentezle elde edilen metal nanopartiküllerin antibakteriyel, antifungal ve antikanser aktiviteler gösterdiği birçok çalışmada rapor edilmiştir. Özellikle gümüş nanopartiküller, geniş spektrumlu antimikrobiyal etkileri nedeniyle biyomedikal uygulamalarda yoğun ilgi görmektedir. Bununla birlikte, altın nanopartiküller biyouyumlulukları ve yüzey fonksiyonelleştirmeye uygun yapıları sayesinde ilaç taşıyıcı sistemlerde tercih edilmektedir (Dousari vd., 2023).

3.2. Metal Oksit Nanopartiküller

Metal oksit nanopartiküller, yüksek kimyasal kararlılıkları ve fonksiyonel özellikleri nedeniyle yeşil sentez literatüründe önemli bir yer tutmaktadır. Çinko oksit, titanyum dioksit ve demir oksit nanopartikülleri; biyolojik temelli yöntemlerle çevre dostu koşullarda sentezlenebilmektedir. Bu nanomateryaller, fotokatalitik aktivite, antibakteriyel etki ve çevresel iyileştirme uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Sagadevan vd., 2022).

Yeşil sentez yöntemleriyle elde edilen metal oksit nanopartiküllerin, düşük toksisite ve yüksek biyouyumluluk gibi avantajlar sunduğu bildirilmektedir. Ayrıca bu yöntemlerin, nanopartikül boyut ve kristal yapısının kontrol edilmesine olanak tanıdığı vurgulanmaktadır. Ancak sentez koşullarının standardizasyonu ve ölçeklenebilirlik, bu alandaki temel araştırma konuları arasında yer almaktadır (Ishak vd., 2019).

3.3. Nanokompozitler

Nanokompozitler, iki veya daha fazla farklı bileşenin nanometre ölçeğinde bir araya getirilmesiyle elde edilen ileri malzemeler olarak tanımlanmaktadır. Yeşil sentez yaklaşımları, nanokompozit üretiminde de çevre dostu alternatifler sunmaktadır. Biyopolimerler, doğal lifler ve biyolojik ekstraktlar; nanokompozit sentezinde matris veya stabilizatör olarak kullanılabilmektedir (Mondal vd., 2020).

Yeşil sentezle elde edilen nanokompozitlerin mekanik dayanım, biyouyumluluk ve fonksiyonel özellikler açısından gelişmiş performans sergilediği bildirilmektedir. Bu nanoyapılar; biyomedikal cihazlar, doku mühendisliği ve çevresel uygulamalar gibi birçok alanda potansiyel kullanım alanına sahiptir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, biyolojik kaynaklı nanokompozitlerin sürdürülebilir malzeme geliştirme açısından önemli bir alternatif sunduğunu ortaya koymaktadır (Prakash vd., 2024).

3.4. Nanomateryallerin Karakterizasyonu

Yeşil sentezle elde edilen nanomateryallerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi, sentez süreçlerinin değerlendirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Literatürde yaygın olarak kullanılan karakterizasyon teknikleri arasında taramalı elektron mikroskobu (SEM), transmisyon elektron mikroskobu (TEM), X-ışını kırınımı (XRD) ve Fourier dönüşümlü kızılötesi spektroskopisi (FTIR) yer almaktadır. Bu teknikler, nanomateryallerin boyut, morfoloji, kristal yapı ve yüzey fonksiyonel gruplarının belirlenmesine olanak sağlamaktadır.

Karakterizasyon sonuçları, biyolojik kaynaklı yeşil sentez yöntemlerinin etkinliğini ve sentezlenen nanoyapıların uygulama potansiyelini ortaya koymaktadır. Güncel çalışmalar, yeşil sentezle üretilen nanomateryallerin geleneksel yöntemlerle elde edilenlerle karşılaştırılabilir özellikler sergilediğini göstermektedir (Rong vd., 2020).

Genel olarak değerlendirildiğinde, yeşil sentezle elde edilen nanomateryaller; çevre dostu üretim, biyouyumluluk ve geniş uygulama potansiyeli açısından nanoteknoloji alanında önemli bir yer edinmiştir. Bu nanoyapıların farklı disiplinlerdeki kullanımlarının artması, yeşil sentez yaklaşımlarının bilimsel ve teknolojik önemini daha da artırmaktadır.

4. YEŞİL SENTEZİN UYGULAMA ALANLARI

Yeşil sentez yaklaşımları, çevre dostu üretim anlayışı ve sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda çok sayıda uygulama alanında değerlendirilmektedir. Biyolojik kaynaklı yeşil sentezle elde edilen nanomateryaller; biyouyumlulukları, düşük toksisiteleri ve fonksiyonel özellikleri sayesinde özellikle biyomedikal, çevresel ve endüstriyel alanlarda önemli bir potansiyel sunmaktadır. Son yıllarda yayımlanan çalışmalar, yeşil sentez ürünlerinin geleneksel yöntemlerle elde edilen materyallere kıyasla benzer veya daha üstün performans sergileyebildiğini ortaya koymaktadır (Suppiah vd., 2023).

4.1. Biyomedikal Uygulamalar

Biyomedikal alanda kullanılan materyallerin insan sağlığı üzerindeki etkileri, bu materyallerin üretim yöntemlerini de doğrudan etkilemektedir. Yeşil sentezle elde edilen nanomateryaller, sentetik kimyasalların neden olabileceği toksik etkilerin azaltılması açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Özellikle biyolojik kaynaklı sentezle üretilen nanopartiküllerin yüksek biyouyumluluk ve düşük sitotoksisite sergilediği bildirilmektedir (Shreyash vd., 2021).

Antibakteriyel uygulamalar, yeşil sentez ürünlerinin en yaygın kullanıldığı alanlardan biridir. Gümüş ve çinko oksit nanopartiküllerinin, geniş spektrumlu antibakteriyel etki göstererek patojen mikroorganizmalara karşı etkili olduğu birçok çalışmada rapor edilmiştir. Bu nanomateryallerin, hücre duvarı bütünlüğünü bozarak veya reaktif oksijen türlerinin (ROS) oluşumunu artırarak bakteriyel hücre ölümüne yol açtığı düşünülmektedir (Lemilemu vd., 2021).

Antikanser uygulamalar, yeşil sentez yaklaşımlarının giderek artan bir diğer kullanım alanını oluşturmaktadır. Biyolojik kaynaklı yeşil sentezle elde edilen nanopartiküllerin, kanser hücrelerinde seçici sitotoksik etki gösterdiği ve normal hücrelere kıyasla daha düşük toksisite sergilediği bildirilmektedir. Bu etkinin; hücre döngüsünün durdurulması, apoptozun indüklenmesi ve oksidatif stres mekanizmaları ile ilişkili olduğu belirtilmektedir (Bukhari vd., 2021).

Ayrıca yeşil sentez ürünleri, ilaç taşıyıcı sistemlerin geliştirilmesinde de önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle altın nanopartiküller ve biyopolimer temelli nanoyapılar, hedefe yönelik ilaç salınımı ve kontrollü tedavi yaklaşımlarında umut verici sonuçlar sunmaktadır. Bu sistemlerin, ilaç etkinliğini artırırken yan etkileri azaltma potansiyeline sahip olduğu vurgulanmaktadır (Kaushik vd., 2023).

4.2. Çevresel Uygulamalar

Çevresel kirlilik ve doğal kaynakların tükenmesi, yeşil sentezle elde edilen materyallerin

çevresel uygulamalardaki önemini artırmaktadır. Yeşil sentez ürünleri, atık su arıtımı, ağır metal giderimi ve çevresel iyileştirme çalışmalarında etkin çözümler sunmaktadır. Özellikle biyolojik kaynaklı nanomateryallerin, çevresel sistemlerle uyumlu olması bu alandaki uygulamaları daha cazip hâle getirmektedir Malik vd., 2023).

Atık su arıtımında kullanılan yeşil sentezli nanomateryallerin, organik kirleticilerin ve ağır metal iyonlarının adsorpsiyonunda yüksek verimlilik sağladığı bildirilmektedir. Çinko oksit ve demir oksit nanopartiküllerinin, fotokatalitik özellikleri sayesinde toksik bileşiklerin parçalanmasında etkili olduğu gösterilmiştir. Bu yöntemlerin, geleneksel arıtma tekniklerine kıyasla daha düşük maliyetli ve çevre dostu olduğu vurgulanmaktadır (Goutam vd., 2019).

Biyosensör uygulamaları da yeşil sentez ürünlerinin çevresel izleme alanındaki kullanımına örnek teşkil etmektedir. Yeşil sentezle üretilen nanomateryaller, yüksek yüzey alanları ve fonksiyonel grupları sayesinde çevresel kirleticilerin hassas bir şekilde tespit edilmesine olanak tanımaktadır. Bu durum, çevresel risklerin erken aşamada belirlenmesine katkı sağlamaktadır (Pektaş vd., 2024).

4.3. Endüstriyel Uygulamalar

Endüstriyel üretim süreçlerinde çevre dostu teknolojilere olan yönelim, yeşil sentez yaklaşımlarının sanayi alanındaki önemini artırmaktadır. Yeşil sentezle elde edilen nanomateryaller, katalizör, kaplama malzemesi ve fonksiyonel katkı maddesi olarak çeşitli endüstriyel uygulamalarda değerlendirilmektedir. Bu materyallerin, proses verimliliğini artırırken çevresel etkileri azaltma potansiyeline sahip olduğu bildirilmektedir (Beena Sreekumar vd., 2022).

Genel olarak değerlendirildiğinde, yeşil sentezin biyomedikal, çevresel ve endüstriyel uygulamaları; sürdürülebilir üretim anlayışının somut örneklerini oluşturmaktadır. Güncel literatür, biyolojik kaynaklı yeşil sentez yaklaşımlarının çok disiplinli kullanım potansiyeline sahip olduğunu ve gelecekte daha geniş uygulama alanlarına yayılabileceğini göstermektedir.

5. SONUÇ VE GELECEK PERSPEKTİFLER

Yeşil sentez yaklaşımları, çevresel sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda geliştirilen modern üretim stratejileri arasında önemli bir yer edinmiştir. Geleneksel kimyasal sentez yöntemlerinin çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri dikkate alındığında, biyolojik kaynaklı yeşil sentez yöntemlerinin sunduğu çevre dostu, güvenli ve sürdürülebilir alternatifler giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Bu derleme çalışmada, yeşil sentezin temel ilkeleri, biyolojik kaynaklı yaklaşımlar, yeşil sentezle elde edilen nanomateryaller ve bu materyallerin güncel uygulama alanları kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır.

Literatür genel olarak değerlendirildiğinde, biyolojik kaynaklı yeşil sentez yaklaşımlarının özellikle nanoteknoloji alanında önemli bir araştırma ve uygulama potansiyeline sahip olduğu görülmektedir. Bitki ekstraktları, mikroorganizmalar, algler ve likenler gibi biyolojik sistemler kullanılarak gerçekleştirilen sentez süreçleri; çevre dostu üretim anlayışıyla uyumlu olmalarının yanı sıra düşük toksisite, yüksek biyouyumluluk ve enerji verimliliği gibi belirgin avantajlar sunmaktadır. Bu biyolojik kaynakların sahip olduğu zengin metabolit içeriği, metal iyonlarının indirgenmesi ve sentezlenen nanomateryallerin stabilize edilmesinde etkin rol oynayarak güvenli ve sürdürülebilir üretim süreçlerinin geliştirilmesine olanak sağlamaktadır.

Yeşil sentez yöntemleriyle elde edilen nanomateryallerin, sahip oldukları özgün fizikokimyasal özellikler sayesinde biyomedikal, çevresel ve endüstriyel uygulamalarda geniş bir kullanım alanı bulduğu bildirilmektedir. Özellikle antibakteriyel ve antikanser uygulamalar başta olmak üzere, ilaç taşıyıcı sistemler, atık su arıtımı, çevresel iyileştirme ve katalitik süreçlerde bu nanoyapıların etkili sonuçlar verdiği çeşitli çalışmalarda vurgulanmaktadır. Bununla birlikte, yeşil sentez yaklaşımlarının sunduğu avantajların yanı sıra sentez mekanizmalarının ayrıntılı olarak aydınlatılması, süreçlerin standardizasyonu ve elde edilen ürünlerin ölçeklenebilirliğinin sağlanması gibi konular, bu alandaki araştırmalar için önemini korumaktadır. Tüm bu değerlendirmeler ışığında, biyolojik kaynaklı yeşil sentez yaklaşımlarının disiplinler arası araştırmalarla desteklenmesi, sürdürülebilir teknolojilerin geliştirilmesine ve bu yöntemlerin daha geniş uygulama alanlarına yayılmasına önemli katkılar sağlayacaktır.

Biyomedikal alanda yeşil sentezle üretilen nanomateryallerin antibakteriyel ve antikanser aktiviteler sergilemesi, bu yaklaşımların sağlık bilimleri açısından önemini artırmaktadır. Aynı zamanda çevresel uygulamalarda atık su arıtımı, ağır metal giderimi ve fotokatalitik süreçlerde yeşil sentez ürünlerinin etkinliği, çevre dostu teknolojilerin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır. Endüstriyel uygulamalarda ise yeşil sentez yaklaşımlarının katalizör ve fonksiyonel malzeme geliştirme süreçlerinde sürdürülebilir alternatifler sunduğu görülmektedir.

Bununla birlikte, yeşil sentez yaklaşımlarının yaygın kullanımını sınırlayan bazı faktörler de bulunmaktadır. Sentez mekanizmalarının tam olarak aydınlatılamamış olması, süreçlerin standardize edilmemesi ve ölçeklenebilir üretim modellerinin sınırlı olması, literatürde sıklıkla vurgulanan temel sorunlar arasında yer almaktadır. Gelecekte yapılacak çalışmaların, bu sınırlılıkları gidermeye yönelik olarak mekanizma temelli analizlere, süreç optimizasyonuna ve endüstriyel ölçekli uygulamalara odaklanması gerekmektedir.

Sonuç olarak, biyolojik kaynaklı yeşil sentez yaklaşımları; çevresel sürdürülebilirlik, ekonomik

verimlilik ve teknolojik gelişim açısından önemli bir potansiyel sunmaktadır. Disiplinler arası araştırmaların artırılması ve standart sentez protokollerinin geliştirilmesi ile birlikte, yeşil sentezin gelecekte daha geniş uygulama alanlarına yayılması ve sürdürülebilir üretim anlayışının temel bileşenlerinden biri hâline gelmesi beklenmektedir.

6. KAYNAKÇA

Adeleke, B. S., Olowe, O. M., Ayilara, M. S., Fasusi, O. A., Omotayo, O. P., Fadiji, A. E., ... & Babalola, O. O. (2024). Biosynthesis of nanoparticles using microorganisms: a focus on endophytic fungi. *Heliyon*, *10*(21).

Ahmad, S., Munir, S., Zeb, N., Ullah, A., Khan, B., Ali, J., ... & Ali, S. (2019). Green nanotechnology: A review on green synthesis of silver nanoparticles—An ecofriendly approach. *International journal of nanomedicine*, 5087-5107.

Alavi, M., Hamblin, M. R., & Kennedy, J. F. (2022). Antimicrobial applications of lichens: secondary metabolites and green synthesis of silver nanoparticles: a review. *Nano Micro Biosystems*, *1*(1), 15-21

Ardila-Fierro, K. J., & Hernández, J. G. (2021). Sustainability assessment of mechanochemistry by using the twelve principles of green chemistry. *ChemSusChem*, *14*(10), 2145-2162.

Aswathi, V. P., Meera, S., Maria, C. A., & Nidhin, M. (2023). Green synthesis of nanoparticles from biodegradable waste extracts and their applications: a critical review. *Nanotechnology for Environmental Engineering*, *8*(2), 377-397.

Bahrulolum, H., Nooraei, S., Javanshir, N., Tarrahimofrad, H., Mirbagheri, V. S., Easton, A. J., & Ahmadian, G. (2021). Green synthesis of metal nanoparticles using microorganisms and their application in the agrifood sector. *Journal of Nanobiotechnology*, *19*(1), 86.

Baláž, M., Achimovičová, M., Baláž, P., Dutková, E., Fabián, M., Kováčová, M., ... & Tóthová, E. (2020). Mechanochemistry as a versatile and scalable tool for nanomaterials synthesis: recent achievements in Košice, Slovakia. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, *24*, 7-13.

Beena Sreekumar, M., Annadurai, N., Jayaram, S., & Sarojini, S. (2022). Industrial applications of hybrid nanocatalysts and their green synthesis. *Topics in Catalysis*, *65*(19), 1910-1922.

Bhattacharjee, S., Girigoswami, A., Nag, M., Rubab, T., & Girigoswami, K. (2024). Role of nanotechnology as a zero waste tool. *Environmental Quality Management*, *33*(4), 193-209.

Bouttier-Figueroa, D. C., Cortez-Valadez, M., Flores-Acosta, M., & Robles-Zepeda, R. E. (2023). Synthesis of metallic nanoparticles using plant's natural extracts: synthesis mechanisms and applications. *Biotecnia*, *25*(3), 125-139.

Bukhari, A., Ijaz, I., Gilani, E., Nazir, A., Zain, H., Saeed, R., ... & Naseer, Y. (2021). Green synthesis of metal and metal oxide nanoparticles using different plants' parts for antimicrobial activity and anticancer activity: a review article. *Coatings*, *11*(11), 1374.

Cosentino, L., Fernandes, J., & Mateus, R. (2024). Fast-growing bio-based construction materials as an approach to accelerate united nations sustainable development goals. *Applied Sciences*, *14*(11), 4850.

de Marco, B. A., Rechelo, B. S., Tótoli, E. G., Kogawa, A. C., & Salgado, H. R. N. (2019). Evolution of green chemistry and its multidimensional impacts: A review. *Saudi pharmaceutical journal*, *27*(1), 1-8.

Deoli, S., Prakash, O., Kumar, R., Mishra, G. K., & Kumar, V. (2025). A Comprehensive Review on Lichen-Derived Bioactive Compounds: Integrating Synthesis, Applications, and Nanotechnology. *ChemistrySelect*, *10*(37), e04515.

Dikshit, P. K., Kumar, J., Das, A. K., Sadhu, S., Sharma, S., Singh, S., ... & Kim, B. S. (2021). Green synthesis of metallic nanoparticles: Applications and limitations. *Catalysts*, *11*(8), 902.

Dousari, A. S., Hosseininasab, S. S., Akbarizadeh, M. R., Naderifar, M., & Satarzadeh, N. (2023). Mentha pulegium as a source of green synthesis of nanoparticles with antibacterial, antifungal, anticancer, and antioxidant applications. *Scientia Horticulturae*, *320*, 112215.

El-Seedi, H. R., El-Shabasy, R. M., Khalifa, S. A., Saeed, A., Shah, A., Shah, R., ... & Guo, W. (2019). Metal nanoparticles fabricated by green chemistry using natural extracts: Biosynthesis, mechanisms, and applications. *RSC advances*, *9*(42), 24539-24559.
Goutam, S. P., Saxena, G., Roy, D., Yadav, A. K., & Bharagava, R. N. (2019). Green synthesis of nanoparticles and their applications in water and wastewater treatment. In *Bioremediation of industrial waste for environmental safety: volume i: industrial waste and its management* (pp. 349-379). Singapore: Springer Singapore.
Hameed, H., Waheed, A., Sharif, M. S., Saleem, M., Afreen, A., Tariq, M., ... & Mahmoud, R. M. (2023). Green synthesis of zinc oxide (ZnO) nanoparticles from green algae and their assessment in various biological applications. *Micromachines*, *14*(5), 928.
Hamida, R. S., Ali, M. A., Abdelmeguid, N. E., Al-Zaban, M. I., Baz, L., & Bin-Meferij, M. M. (2021). Lichens—A potential source for nanoparticles fabrication: A review on nanoparticles biosynthesis and their prospective applications. *Journal of Fungi*, *7*(4), 291.
Hano, C., & Abbasi, B. H. (2021). Plant-based green synthesis of nanoparticles: Production, characterization and applications. *Biomolecules*, *12*(1), 31.
Iravani, S., & Varma, R. S. (2020). Green synthesis, biomedical and biotechnological applications of carbon and graphene quantum dots. A review. *Environmental chemistry letters*, *18*(3), 703-727.
Ishak, N. M., Kamarudin, S. K., & Timmiati, S. N. (2019). Green synthesis of metal and metal oxide nanoparticles via plant extracts: an overview. *Materials Research Express*, *6*(11), 112004.
Jadoun, S., Arif, R., Jangid, N. K., & Meena, R. K. (2021). Green synthesis of nanoparticles using plant extracts: A review. *Environmental Chemistry Letters*, *19*(1), 355-374.
Kaushik, A., Singh, R. K., & Tyagi, P. K. (2023). Green synthesized nanoparticle based drug delivery: Recent trends and future prospects. *Precision Nanomedicine*, *6*(4), 1109-1131.
Khan, F., Shahid, A., Zhu, H., Wang, N., Javed, M. R., Ahmad, N., ... & Mehmood, M. A. (2022). Prospects of algae-based green synthesis of nanoparticles for environmental applications. *Chemosphere*, *293*, 133571.
Khan, F., Shariq, M., Asif, M., Siddiqui, M. A., Malan, P., & Ahmad, F. (2022). Green nanotechnology: plant-mediated nanoparticle synthesis and application. *Nanomaterials*, *12*(4), 673.
Lemilemu, F., Bitew, M., Demissie, T. B., Eswaramoorthy, R., & Endale, M. (2021). Synthesis, antibacterial and antioxidant activities of Thiazole-based Schiff base derivatives: a combined experimental and computational study. *BMC chemistry*, *15*(1), 67.
Madani, M., Hosny, S., Alshangiti, D. M., Nady, N., Alkhursani, S. A., Alkhaldi, H., ... & Gaber, G. A. (2022). Green synthesis of nanoparticles for varied applications: Green renewable resources and energy-efficient synthetic routes. *Nanotechnology Reviews*, *11*(1), 731-759.
Malik, A. Q., Mir, T. U. G., Kumar, D., Mir, I. A., Rashid, A., Ayoub, M., & Shukla, S. (2023). A review on the green synthesis of nanoparticles, their biological applications, and photocatalytic efficiency against environmental toxins. *Environmental Science and Pollution Research*, *30*(27), 69796-69823.
Mondal, P., Anweshan, A., & Purkait, M. K. (2020). Green synthesis and environmental application of iron-based nanomaterials and nanocomposite: A review. *Chemosphere*, *259*, 127509.
Mukherjee, A., Sarkar, D., & Sasmal, S. (2021). A review of green synthesis of metal nanoparticles using algae. *Frontiers in Microbiology*, *12*, 693899.
Pektaş, S. Ü., Keskin, M., Bodur, O. C., & Arslan, F. (2024). Green synthesis of silver nanoparticles and designing a new amperometric biosensor to determine glucose levels. *Journal of Food Composition and Analysis*, *129*, 106133.
Prakash, M., Rajan, H. K., Chandraprabha, M. N., Shetty, S., Mukherjee, T., & Girish Kumar, S. (2024). Recent developments in green synthesis of hydroxyapatite nanocomposites: relevance to biomedical and environmental applications. *Green Chemistry Letters and Reviews*, *17*(1), 2422409.
Rattan, R., Shukla, S., Sharma, B., & Bhat, M. (2021). A mini-review on lichen-based nanoparticles and their applications as antimicrobial agents. *Frontiers in Microbiology*, *12*, 633090.
Rónavári, A., Igaz, N., Adamecz, D. I., Szerencsés, B., Molnar, C., Kónya, Z., ... & Kiricsi, M. (2021). Green silver and gold nanoparticles: Biological synthesis approaches and potentials for biomedical applications. *Molecules*, *26*(4), 844.

Rong, K., Wang, J., Zhang, Z., & Zhang, J. (2020). Green synthesis of iron nanoparticles using Korla fragrant pear peel extracts for the removal of aqueous Cr (VI). *Ecological engineering*, *149*, 105793.
Sagadevan, S., Imteyaz, S., Murugan, B., Anita Lett, J., Sridewi, N., Weldegebrieal, G. K., ... & Oh, W. C. (2022). A comprehensive review on green synthesis of titanium dioxide nanoparticles and their diverse biomedical applications. *Green Processing and Synthesis*, *11*(1), 44-63.
Sahoo, T., Panda, J., Sahu, J., Sarangi, D., Sahoo, S. K., Nanda, B. B., & Sahu, R. (2020). Green solvent: green shadow on chemical synthesis. *Current Organic Synthesis*, *17*(6), 426-439.
Salem, S. S., & Fouda, A. (2021). Green synthesis of metallic nanoparticles and their prospective biotechnological applications: an overview. *Biological trace element research*, *199*(1), 344-370.
Shreyash, N., Bajpai, S., Khan, M. A., Vijay, Y., Tiwary, S. K., & Sonker, M. (2021). Green synthesis of nanoparticles and their biomedical applications: a review. *ACS Applied Nano Materials*, *4*(11), 11428-11457.
Singh, D., Verma, S. K., Singh, V., & Shyam, P. (2023). Green functional nanomaterials: Synthesis and application. In *Modern Nanotechnology: Volume 2: Green Synthesis, Sustainable Energy and Impacts* (pp. 45-65). Cham: Springer Nature Switzerland.
Singh, J., Dutta, T., Kim, K. H., Rawat, M., Samddar, P., & Kumar, P. (2018). 'Green'synthesis of metals and their oxide nanoparticles: applications for environmental remediation. *Journal of nanobiotechnology*, *16*(1), 84.
Soltys, L., Olkhovyy, O., Tatarchuk, T., & Naushad, M. (2021). Green synthesis of metal and metal oxide nanoparticles: Principles of green chemistry and raw materials. *Magnetochemistry*, *7*(11), 145.
Suppiah, D. D., Julkapli, N. M., Sagadevan, S., & Johan, M. R. (2023). Eco-friendly green synthesis approach and evaluation of environmental and biological applications of Iron oxide nanoparticles. *Inorganic Chemistry Communications*, *152*, 110700.
Teo, W. L., Zhou, W., Qian, C., & Zhao, Y. (2021). Industrializing metal–organic frameworks: Scalable synthetic means and their transformation into functional materials. *Materials Today*, *47*, 170-186.
Zhao, Y., Yang, C., Zhong, H., Li, L., Hu, J., & Fan, J. (2024). Green synthesis of polyimide by using an ethanol solvothermal method for aqueous zinc batteries. *RSC advances*, *14*(22), 15507-15514.
Zimmerman, J. B., Anastas, P. T., Erythropel, H. C., & Leitner, W. (2020). Designing for a green chemistry future. *Science*, *367*(6476), 397-400.

DELTA POTANSİYEL BARİYERİ İLE KUANTUM NOKTALARININ İLETKENLİĞİ

Prof. Dr. Arif BABANLI
Süleyman Demirel Üniversitesi, Fizik Bölümü, 32260 Isparta, Türkiye
ORCID: 0000-0003-4468-999X

ÖZET

Son yıllarda yarıiletken nano yapılara: kuantum noktaları, kuantum telleri ve kuantum halkaları dikkat artmaktadır. Bunun nedeni onların düşük boyutlu elektronik cihazlarda kullanılmasıdır. Bu çalışmada, üç bantlı Kane modelini kullanarak, A3B5 tipi yarı iletkenlerde küresel, dar, geçirgen δ tipi potansiyel bariyer tarafından elektronların iletkenliğini araştırdık. Dalga fonksiyonlarının süreklilik koşullarını ve küresel noktaların arayüzündeki akı süreksizliğini içeren Kane denklemlerini kullanarak, yarı iletken kuantum noktaları için faz kaymasını ve tünelleme genliğini analitik olarak hesapladık. Landauer-Buttiker formalizmini kullanarak, sıfır sıcaklıkta iletkenlik için bir ifade bulduk. Yarı bağlı durumların kesitte tepe noktaları olarak ortaya çıktığı gösterilmiştir. R arıçaplı küresel bir boşlukta saçılma sırasında, faz kaymasının paydasının sıfırları etrafında dar enerji bantlarına sahip elektronlar için rezonans durumlarının meydana geldiği ve sert küre davranışından sapmaların oluştuğu iyi bilinmektedir (bkz. örneğin Flügge.

Bu nedenle, saçılan parçacıkların enerji spektrumunun parabolik olduğu varsayılmaktadır. Bununla birlikte, enerji spektrumu yalnızca iletim bandının dibine yakın A3B5 tipi yarı iletkenlerde paraboliktir. Diğer maddelerin çoğunda, enerji spektrumunun parabolik olmaması önemli bir rol oynar. Azaltılmış boyutluluk için dar bant aralıklı yarı iletkenlerin kullanılmasının deneysel avantajları, malzemelerin gerçek bant yapısını dikkate almayı gerekli kılmaktadır. Dar ve orta bant aralıklı yarı iletkenlerde elektron dağılımının parabolik olmaması dikkate alınırken, iletim ve değerlik bantlarının eşleşmesi göz önünde bulundurulmalıdır.

Bu çalışmada, üç bantlı Kane modelini kullanarak A3B5 tipi yarı iletkenlerdeki -tipi potansiyel bariyer üzerindeki elektron saçılma problemini çözüyor ve saçılma kesitini hesaplayarak olası yarı bağlı durumların saçılma kesitinde nasıl ortaya çıktığını gösteriyoruz.

Anahtar Kelimeler: rezonans tünelleme, Kane tipi yarı iletkenler, kuantum noktası

CONDUCTANCE OF QUANTUM DOTS WITH A DELTA POTENTIAL BARRIER

ABSTRACT

In recent years, attention has been increasing to semiconductor nanostructures: quantum dots, quantum wires, and quantum rings. This is due to their use in low-dimensional electronic

devices. In this study, using the three-band Kane model, we investigated the conductivity of electrons in A3B5 type semiconductors by a spherical, narrow, permeable δ-type potential barrier. Using Kane equations, which include continuity conditions of wave functions and flux discontinuity at the interface of spherical dots, we analytically calculated the phase shift and tunneling amplitude for semiconductor quantum dots. Using the Landauer-Buttiker formalism, we found an expression for conductivity at zero temperature. It has been shown that semi-bound states appear as peaks in the cross-section. It is well known that during scattering in a spherical cavity with radius R, resonance states occur for electrons with narrow energy bands around the zeros of the denominator of the phase shift, and deviations from rigid spherical behavior occur (see, for example, Flügge. Therefore, it is assumed that the energy spectrum of the scattered particles is parabolic. However, the energy spectrum is parabolic only in A3B5 type semiconductors near the bottom of the conduction band. In most other materials, the non-parabolic nature of the energy spectrum plays a significant role. The experimental advantages of using narrow band gap semiconductors for reduced dimensionality necessitate considering the actual band structure of the materials. When considering the non-parabolic nature of electron distribution in narrow and medium band gap semiconductors, the coupling of the conduction and valence bands must be taken into account.

In this work, we solve the electron scattering problem on the -type potential barrier in A3B5 type semiconductors using the three-band Kane model and calculate the scattering cross-section, showing how possible quasibound states appear in the scattering cross-section.

Keywords: resonant tunneling, Kane-type semiconductors, quantum dot

CONDUCTANCE OF QUANTUM DOTS WITH A DELTA POTENTIAL BARRIER

Abstract

In the present paper, using the three-band Kane model, we have investigated the conductance of electrons by a spherical narrow penetrable δ -type potential barrier in A3B5-type semiconductors. Using the Kane equations with the continuity conditions of the wave functions and flux discontinuity at the interface of spherical dots, we have analytically calculated the phase shift and the tunneling amplitude for the semiconductor quantum dots. Using the Landauer–Buttiker formalism, we find an expression for the conductance at zero temperature. It has been shown that the quasi-bound states appear as peaks in the cross-section.

Keywords: resonant tunneling, Kane-type semiconductors, quantum dot

PACS: 73.21Hb

1.Introduction

Recent advances in semiconductor physics and technology have made it possible to fabricate and study nanostructured devices such as reduced dimensionality. These small-sized nanostructures are quantum dots, quantum wires, and quantum heterostructures [1]. Electrons traversing through ultra-small semiconductor microstructures give rise to a fascinating regime of quantum transport [2]. When the system size is reduced to near or below the mean free path of charge carriers, various phenomena associated with quantum interference can be easily observed. These include the study of the universal conductance fluctuations in the mesoscopic regime [3], the Aharonov-Bohm effects [4], the quenching of the quantum Hall effects [5], and the junction resonances [6]. Interference of the ballistic charge carriers in one-dimensional (1D) rings formed by two quantum wires in the self-ordered silicon quantum wells was investigated [7]. In this paper [8], the authors study the level dynamics of the bound states and resonances of two-dimensional (2D) potentials, using a circular finite well as an example.

In the paper studied [9], considering the penetrable delta potential on the surface of the quantum ring in the inner region and the infinite potential barrier in the outer area, the electron energy in the Kane model was calculated. Ballistic electron transport in a three-dimensional quantum wire with elliptic cross-section was investigated in the paper [10].

The conductance of a quantum ring has been calculated based on the tunneling Hamiltonian in the quasi-ballistic regime of the motion of electrons with allowance for the spin-orbit interaction [11].

The work [12] defined the quasi-bound state associated with the transmission across a one-dimensional symmetrically placed twin barrier and summarized the numerical results for a set of two model potentials together with the study of the behavior of the magnitude of the wave functions. Over the past few years, nanostructures have become the preferred system for studying electron transport. [13].

In the work [14] analyzed the dependences of the energies of the bound states and quasi-bound states in the leaky quantum-well system, as well as their lifetimes, on the well width and the thickness of the wide band-gap barrier layers.

The paper [15] studied the Fano resonances in 2D systems and calculated their contribution to the residual resistance. The authors of the paper [16] studied the scattering of Dirac particles by point interaction potential in one dimension.

Electron elastic scattering from two-dimensional circular quantum dots when the spin-orbit interaction plays an important role was studied theoretically in the paper [16].

The scattering of two-dimensional massless Dirac electrons was investigated in the presence of a random array of circular mass barriers. The differential and total cross-section, the inverse momentum relaxation time, and the perpendicular component of resistivity were also calculated [17].

Barrier penetration through a square potential barrier and step potential barrier was studied in the framework of the eight-band Kane Hamiltonians [18]. The expressions for transmission probability and reflection coefficients of electrons for both potentials have been derived. It was shown in the Kane model that the transmission probability has a finite value, as opposed to the one-band model for the case of an infinitely high potential barrier.

It is well known (see, e.g., Flügge [19]) that during the scattering on a spherical cavity of radius R, the resonant states occur for the electrons with narrow energy bands around the zeros of the denominator of the phase shift, where deviations occur from the hard sphere behavior.

Thus, the energy spectrum of scattering particles is supposed to the parabolic. However, the energy spectrum is parabolic only in the A^3B^5-type semiconductors near the bottom of their conduction band. In the majority of other substances, the nonparabolicity of the energy spectrum plays an important role. The experimental advantages of using narrow-gap semiconductors for the reduced dimensionality make it necessary to take into account the real band structure of materials. The coupling of conduction and valence bands should be considered while considering the nonparabolicity of the electron dispersion in narrow and medium gap semiconductors. This is the purpose of our work.

In this paper, we solve the electron scattering problem on an δ-type potential barrier in A^3B^5 type semiconductors using the three-band Kane model and calculate the cross-section to demonstrate how possible quasi-bound states reveal themselves in the scattering cross-section.

2.Theory

The model considered in the present study the open spherical quantum dot is a semiconductor sphere with a radius R surrounded by a skinny insulating spherical layer and placed in another semiconductor region. Now it is assumed that an electron with energy *E* travels from the outer part of the quantum dot (i.e. from another semiconductor region) through the inner part of the quantum dot. We treat the thin insulating spherical layer as an δ-type potential at r=R, $U(r) = \overline{U} R\delta(r-R)$, where $\delta(r-R)$- is the Dirac delta function and $\overline{U}$ is a 4x4 diagonal matrix with the U=diag(1,-1,-1,-1).

The authors in ref. [20,21] derive a system of radial equations describing the spectrum carriers in A^3B^5 and A^2B^6 type semiconductor spherical quantum dots.

For even states, $n = l_0 - \frac{1}{2}$, a system of radial equations describing the spectrum carriers have the form [17, Babayev]

$$-ib\left(\frac{d}{dr}+\frac{n+2}{r}\right)f_3^+ - ib\sqrt{2}\left[\left(\frac{d}{dr}+\frac{-n+4}{2r}\right)f_2^- + \frac{\alpha}{r}f_1^-\right] + \varepsilon f_0^- = 0 \quad (1)$$

$$i\sqrt{2}b\frac{\alpha}{r}f_0^- + (\varepsilon+\varepsilon_g)f_1^- = 0 \quad (2)$$

$$-ib\sqrt{2}\left(\frac{d}{dr}+\frac{n}{2r}\right)f_0^+ + (\varepsilon+\varepsilon_g)f_2^- = 0 \quad (3)$$

$$-ib\left(\frac{d}{dr}-\frac{n}{r}\right)f_0^+ + (\varepsilon+\varepsilon_g+\Delta)f_3^+ = 0 \quad (4)$$

Where $\alpha = \frac{\sqrt{3}}{2}\sqrt{n(n+2)}$

where ε_g is the band gap energy, Δ is the spin-orbit splitting energy. Parameter b is matrix elements considering the interaction between the conduction and valence bands. Eqs. (1)-(4) describe the dispersion relation of the conduction electrons, the light, and spin-orbit splitting holes in A^3B^5 materials and are well known in the literature as the three-band Kane model. "b" matrix elements are related to the effective mass of electrons and the band parameters of the semiconductors in the following manner [17]:

$$b_A^2 = \frac{P^2}{3} = \frac{\hbar^2}{2m}\frac{\varepsilon_g(\varepsilon_g+\Delta)}{(3\varepsilon_g+2\Delta)} \quad (5)$$

m is the effective mass of electrons, and P is the Kane parameter. If the valance band functions of the differential equation systems of (2)–(4) are expressed as functions of the conduction band (1), equation (*5*) is obtained.

$$\left(\frac{d^2}{dr^2}+\frac{2}{r}\frac{d}{dr}+k^2-\frac{n(n+1)}{r^2}\right)f_0^+ = 0 \quad (6)$$

Equation (*6*) is the spherical Bessel differential equation where k is given by

$$k^2 = \frac{\varepsilon(\varepsilon+\varepsilon_g)(\varepsilon+\varepsilon_g+\Delta)}{b^2(3\varepsilon+3\varepsilon_g+2\Delta)} \quad (7)$$

The regular solution at the quantum dot region B

$$\boldsymbol{f_0^+(z_B) = Tk_B j_n(z_B)} \quad (8)$$

The solution for the outer part is a linear combination of the spherical Bessel functions that can be written as

$$\boldsymbol{f_0^+(z_A) = k_A(j_n(z_A)\cos\delta_n - y_n(z_A)\sin\delta_n)} \qquad (9)$$

Where $\boldsymbol{j_n(z_A)}$ and $\boldsymbol{y_n(z_A)}$are Bessel functions of the first and second kind, $\boldsymbol{\delta_n}$ is phase shift and

$$z_A = rk_A, z_B = rk_B. \qquad (10)$$

For n=0 the Bessel functions are

$$j_0(z) = \frac{\sin(z)}{z}, \quad y_0(z) = -\frac{\cos(z)}{z} \qquad (11)$$

For the ground states n=0, the solutions of Eqs.(8) and (9) take the form

$$\boldsymbol{(f_0^+)_B = Tk_B \frac{Sin[z_B]}{z_B}; (f_0^+)_A = k_A \frac{Sin[z_A+\delta]}{z_A}} \qquad (12)$$

respectively. At the interface r=R, the total wave functions are

$$\begin{pmatrix} f_0^+ \\ f_1^- \\ f_2^- \\ f_3^+ \end{pmatrix}_A = \begin{pmatrix} f_0^+ \\ f_1^- \\ f_2^- \\ f_3^+ \end{pmatrix}_B \qquad (13)$$

Furthermore, flux conservation discontinuous at the interface r=R in the presence of a δ-function barrier requires [20,22]:

$$j\begin{pmatrix} f_0^+ \\ f_1^- \\ f_2^- \\ f_3^+ \end{pmatrix}_A - j\begin{pmatrix} f_0^+ \\ f_1^- \\ f_2^- \\ f_3^+ \end{pmatrix}_B = \frac{iUR}{\hbar}\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} f_0^+ \\ f_1^- \\ f_2^- \\ f_3^+ \end{pmatrix} \qquad (14)$$

where the j radial current operator is defined by

$$\hat{j} = \frac{\partial H}{\partial p_r}, \qquad (15)$$

(see [20,22]), $p_r = \frac{\hbar}{i}\left(\frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r}\right)$ is the radial momentum operator. From Eqs. (1)-(4) the current operator can be written as

$$\mathrm{j}=\frac{i}{\hbar}\begin{pmatrix} 0 & 0 & -ib\sqrt{2} & -ib \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -ib\sqrt{2} & 0 & 0 & 0 \\ -ib & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}. \quad (16)$$

Using Eqs. (6) and (7), one can obtain the following set of boundary equations:

$$(f_0^+)_A = (f_0^+)_B \quad (17)$$

$$\frac{i}{\hbar}\left(-ib\sqrt{2}f_2^- - ibf_3^+\right)_A - \frac{i}{\hbar}\left(-ib\sqrt{2}f_2^- - ibf_3^+\right)_B = \frac{iUR}{\hbar}f_0^+ \quad (18)$$

If we solve equations (3) and (4) for f_2^- and f_3^+ and put in Eq.(18),

$$\left(-ib\sqrt{2}f_2^- - ibf_2^-\right)_A = b_A^2\left(k_A\alpha_A\frac{d}{dz} + k_A\beta_A\frac{n}{z}\right)f_{0A}^+ \quad (19)$$

Introducing the notation:

$$\alpha_A = \frac{2}{\varepsilon+\varepsilon_{gA}} + \frac{1}{\varepsilon+\varepsilon_{gA}+\Delta_A}; \alpha_B = \frac{2}{\varepsilon+\varepsilon_{gB}} + \frac{1}{\varepsilon+\varepsilon_{gA}+\Delta_B} \quad (20)$$

$$\beta_A = \frac{1}{\varepsilon+\varepsilon_{gA}} - \frac{1}{\varepsilon+\varepsilon_{gA}+\Delta_A}: \beta_B = \frac{1}{\varepsilon+\varepsilon_{gB}} - \frac{1}{\varepsilon+\varepsilon_{gA}+\Delta_B} \quad (21)$$

This allows rewriting equation (18) as

$$\left(z_A\alpha_A\frac{d}{dz_A} + \beta_A n\right)f_{0A}^+ - \frac{b_B^2}{b_A^2}\left(z_B\alpha_B\frac{d}{dz_B} + \beta_B n\right)f_{0B}^+ = \frac{UR^2}{b_A^2}f_0^+ \quad (22)$$

For the ground states n = 0, the boundary condition takes the form

$$\left(z_A\alpha_A\frac{1}{f_{0A}^+}\frac{df_{0A}^+}{dz_A}\right) - \frac{b_B^2}{b_A^2}\left(z_B\alpha_B\frac{1}{f_{0B}^+}\frac{df_{0B}^+}{dz_B}\right) = \frac{UR^2}{b_A^2} \quad (23)$$

Using the equations (7),(8) and (10) we find for the phase shifts

$$\mathrm{Cot}[\delta + z_A] = \frac{1}{z_A} + \frac{R^2U}{b_A^2 z_A\alpha_A} + \frac{b_B^2}{b_A^2}\frac{(-1+\mathrm{Cot}[z_B]z_B)\alpha_B}{z_A\alpha_A} \quad (24)$$

Now using Eqs.(10), (12), and (24) to eliminate δ we find the following expression for the transmission coefficient

$$T = \left[\sin^2 z_B + \left(\frac{UR^2\sin(z_B)}{b_A^2 z_A\alpha_A} + \sin z_B\frac{b_A^2\alpha_A - b_B^2\alpha_B}{b_A^2 z_A\alpha_A} + \cos(z_B)\frac{b_B^2\alpha_B z_B}{b_A^2 z_A\alpha_A}\right)^2\right]^{-1/2} \quad (25)$$

If A=B, the Eq. (25) can be written as

$$T = \sqrt{\frac{1+\tan^2 z_A}{\tan^2 z_A + \left(\frac{U}{\varepsilon} z_A \tan z_A + 1\right)^2}} \qquad (26)$$

For $\Delta \to \infty, \varepsilon_g \gg \varepsilon$ the expression (26) reduces to the obtained results by solving the Schrödinger equation directly for a δ −function potential in front on a penetrable spherical potential [19] $for\ \Omega = \frac{2m_A R^2}{\hbar^2} U$.

The Landauer-Büttiker formula gives the quantum system conductance [24].

$$G(\epsilon_F) = \frac{2e^2}{h} T(\epsilon_F)$$

Results and Discussion

We present a numerical example for InAs/insulator/GaAs system. We use the value of the effective mass of electrons $m_{\text{InAs}} = 0.025 m_0$ and band gaps ε_g for InAs $\epsilon_{\text{gInAs}} = 0.42\text{eV}$, $m_{\text{GaAs}} = 0.065 m_0; \epsilon_{\text{gGaAs}} = 1.55\text{eV}$ where m_0 is the mass of free electrons [21]. The numerical results for the lowest contribution (n = 0) to the ballistic conduction is shown in Fig. 1 for U=0.015eV, R=100A values.

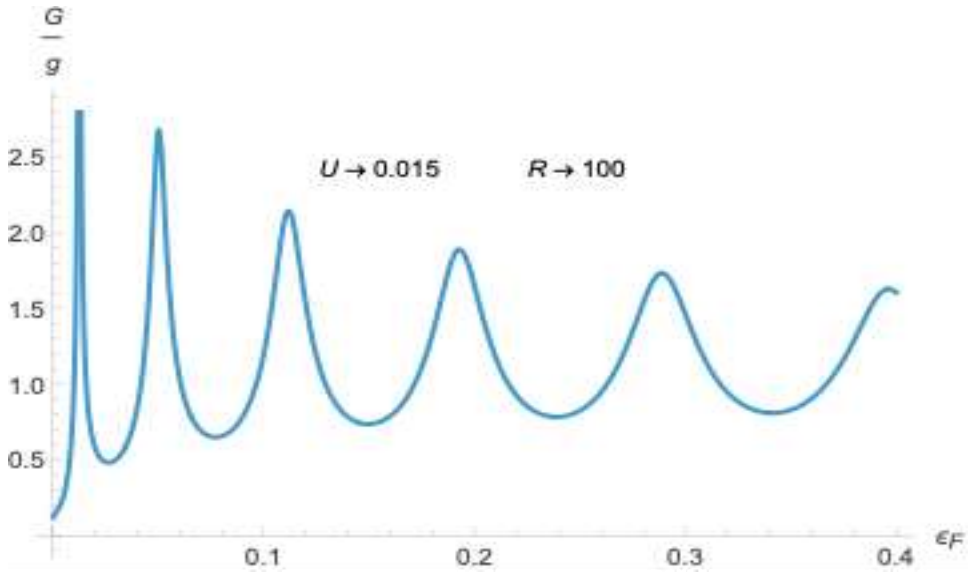


Figure 1. Variation of ballistic conductance as a function of Fermi energy E for the radius of quantum dots at R=100Å, U=0.015eV .

As seen in Figure 1, the value of the ballistic conductance exceeds the maximum in narrow energy ranges. This is a typical resonance phenomenon with strong coupling between regions A and B, restricted to narrow energy bands, and almost complete decoupling for all energies.

Conclusion

We investigated the scattering of Kane electrons by a spherical barrier and studied spherical penetrable scatterers. For this purpose, suitable boundary conditions were derived for the Kane equations. Using the three-band Kane model and a delta-type potential barrier, we studied electron scattering in spherical quantum dots. The dependence of ballistic conductivity on the Fermi energy and quantum dot radius was investigated.

REFERENCES

[1]. T. Chakraborty, Quantum Dots, Elsevier, Amsterdam, 1999.

[2]. C.W.J. Beenakker and H. van Houten, Quantum Transport in Semiconductor Nanostructures, Solid State Phys. 44 (1991) 1.

[3]. C.P. Umbach, S. Washburn, R.B. Laibowitz, and R.A. Webb, Magnetoresistance of small, quasi-one-dimensional, normal-metal rings and lines, Phys. Rev. B 30 (1984) 4048.

[4]. H. Heinrich, G. Bauer, and F. Kuchar Springer-Verlag, Localization and Confinement of Electrons in Semiconductors: International School Proceedings New York, 1988.

[5]. M.L.Roukes, A.Scherer, S.J. Allen, H.G. Craighead, R.M. Ruthen, E.D.Beebe and J.P. Harbison, Quenching of the Hall Effect in a One-Dimensional Wire, Phys. Rev. Lett. 59 (1987) 30118.

[6]. M. Buttiker, Negative resistance fluctuations at resistance minima in narrow quantum hall conductors, Phys. Rev. B 38 (1988) 12724.

[7]. R. P. Meeten, G. S. Docherty-Walthew, and G. V. Morozov, Phys Rev A 99, 042126 (2019)

[8]. Arif Babanlı1, Deniz Türköz Altuğ, SDU Journal of Science (E-Journal), 2014, 9 (2): 113-121

[9]. V. A. Geiler and V. A. Margulis, Semiconductors,33, (1999), p.1040

[10]. V. M. Kovalev and A. V. Chaplik, Journal of Experimental and Theoretical Physics, 2006, Vol. 103, No. 5, pp. 781–789.

[11]. A. Uma Maheswari, P Prema, S Mahadevan, and C S Shastry, Pramana Journal of Physics, 73, 6,(2009), pp. 969–988

[12]. Ferry, D.K, Goodnick, S.M.: Transport in Nanostructures. Cambridge University Press, Cambridge (2001)

[13]. Rui Q.Yang and J.M. Xu, Phys. Rev B,46, p. 6969, (1992)

[14]. A.M. Satanin and V.B. Shtenberg JETF Letters,75,3, p. 146, (2002)]

[15]. E.Macia and F.Dominguez-Adame J.Phys.A:Math.Gen. 24, (1991),p.59-69

[16]. Voskoboynikov, H.C.Huang, C.P.Lee, O.Tretyak, Physica E 12, (2002,p.252-255))

[17]. M. Ramezani Masir, A. Matulis, F.M. Peeters, Scattering of Dirac electrons by circular mass barriers: Valley filter and resonant scattering, Phys. Rev B 84 (2011) 245413.

[18]. F.M. Hashimzade, A.M. Babayev, S.Cakmak, S. Cakmaktepe, Barrier penetration in Kane-type semiconductor nanostructures, Physica E 28 (2005) 447.

[19]. Siegfried Flügge 1999 Practical Quantum Mechanics, Springer-Verlag Heldelberg, p. 287.

[20]. A.M. Babayev, Phys. Scr. 78 (2008) 065702 (5pp)

[21]. F.M. Gashimzade, A.M. Babaev, M.A. Bagirov Energy spectra of narrow- and zero-gap semiconductor quantum dots, J.Phys.: Condens. Matter 12 (2000)7923.

[22]. F.M. Hashimzade et al., Particle penetration in Kane type semiconductor quantum dots, Eur.Phys. J.B (2009) 00326-9.

[23]. M. Büttiker, Y.Imry,R. Landauer,and S.Pinhas, Phys.Rev B 31,6207 (1985)

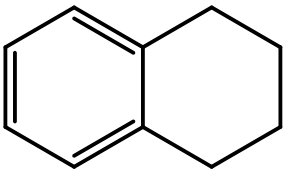
[24]. B.M. Askerov, Kinetic Effects in Semiconductors, Nauka, Leningrad, 1970.

YENİ 1,2 DİSÜBSTİTÜE TETRALİNLERİN TASARIMI, SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU

Kadir AKSU
Ordu University, Faculty of Sciences and Arts, Department of Chemistry, Ordu, Türkiye
ORCID: 0000-0002-2729-2168
Nilsu UZUNLAR
Ondokuz Mayis University, Faculty of Science, Department of Physics, Atakum, Samsun

ÖZET

Tetralin (1) (1,2,3,4-tetrahidronaftalen), aromatik benzen halkası ile kısmen indirgenmiş sikloheksan halkasının birleşiminden oluşan sert ancak kısmen esnek bir bisiklik yapıdır. Tetralin çekirdeğinin, onu önemli bir farmakofor iskeleti olarak tanımlayan özellikler sergilediği açıktır. Bu yapısal elemanın, biyolojik hedeflerle üç boyutlu ve spesifik etkileşimlerde bulunduğu gösterilmiştir; bu özellik, tıbbi kimya alanında önemli bir öneme sahip olduğu düşünülmektedir. Tetralin türevleri, çeşitli doğal ürünlerde, nöroaktif bileşiklerde ve endokrin sistemle etkileşime giren moleküllerde tanımlanmıştır. Bu türevler, çeşitli terapötik alanlar için sentetik ilaç adaylarında da tanımlanmıştır. Tetralin iskeleti, farklı pozisyonlarda işlevselleştirme kapasitesi, molekülün kiral merkez barındırması, cis/trans izomerizmi ve ilgili olgular nedeniyle sentetik organik kimya ve ilaç tasarımında çok önemli bir yapıdır.



1 Tetralin

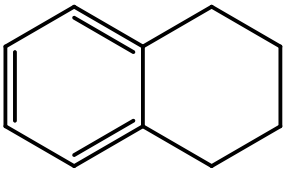
Bu çalışmada, daha önce özetlenen tetralinin önemli özellikleri dikkate alınarak, yeni 1,2-disübstitüe tetralin bileşiklerinin sentezi araştırılmıştır. Bu çalışmanın amaçları doğrultusunda, başlangıç maddesi olarak 6-metoksi-1-tetralon seçilmiştir. 6-metoksi-1-tetralon bileşiği, benzaldehit ile reaksiyona sokulmuş ve bu reaksiyon sonucunda bir kalkon türevi oluşmuştur. Daha sonra bu bileşiğe bir dizi sentetik reaksiyon (hidrojenasyon ve karbonil indirgemesi) uygulandı ve iki farklı diastereomer (cis ve trans) oluşumu sağlandı. Saflaştırmanın ardından, her bir diastereomer ayrı ayrı asetilasyon reaksiyonuna tabi tutuldu ve iki yeni tetralin türevi bileşiğin sentezi başarıyla gerçekleştirildi.

Anahtar Kelimeler: Tetralin, Kalkon, Kiralite.

DESIGN, SYNTHESIS, AND CHARACTERIZATION OF NEW 1,2-DISUBSTITUTED TETRALINS

ABSTRACT

Tetralin (1) (1,2,3,4-tetrahydronaphthalene) is a rigid yet partially flexible bicyclic structure formed by the combination of an aromatic benzene ring and a partially reduced cyclohexane ring. It is evident that the tetralin core manifests characteristics that delineate it as a significant pharmacophore skeleton. This structural element has been demonstrated to interact three-dimensionally and specifically with biological targets; this property is considered to be of significant importance in the field of medicinal chemistry. Tetralin derivatives have been identified in various natural products, neuroactive compounds, and molecules that interact with the endocrine system. These derivatives have also been identified in synthetic drug candidates for various therapeutic areas. The tetralin skeleton plays a pivotal role in synthetic organic chemistry and drug design due to its capacity for functionalization at various positions, the presence of a chiral center in the molecule, cis/trans isomerism, and related phenomena.



1 Tetralin

In the context of this study, the synthesis of new 1,2-disubstituted tetralin compounds was investigated, taking into account the important properties of tetralin that were previously summarized. For the purposes of this study, 6-methoxy-1-tetralone was selected as the starting material. The 6-methoxy-1-tetralone compound was subjected to a reaction with benzaldehyde, which resulted in the formation of a chalcone derivative. A series of synthetic reactions (hydrogenation and carbonyl reduction) were subsequently applied to this compound, yielding the formation of two distinct diastereomers (cis and trans). Subsequent to purification, each diastereomer was separately subjected to an acetylation reaction, resulting in the successful synthesis of two novel tetralin derivative compounds.

Keywords: Tetralin, Chalcone, Chirality.

SEARCH POTENTIAL OF HIGH ENERGY HADRON COLLIDERS TO DISCOVER NEW HEAVY QUARKS

Prof. Dr. Orhan ÇAKIR
Ankara University, Faculty of Science, Department of Physics, 06100 Beşevler, Ankara
ORCID ID: 0000-0002-9016-138X

ABSTRACT

High energy hadron colliders provide a powerful platform to explore physics beyond the Standard Model through the search for new heavy quarks. Due to their large center-of-mass energies (multi-TeV range) and high luminosities, these colliders significantly extend the mass reach for vector-like heavy quark states predicted in many theoretical frameworks, including composite Higgs models, extra-dimensional theories, and other extensions of the Standard Model. This work examines the production mechanisms, dominant decay channels, and characteristic experimental signatures of new heavy quarks at future high energy hadron colliders. It also evaluates the expected significances taking into account main background processes at the hadron level analysis performance. The results demonstrate that high energy hadron colliders can substantially improve current limits, enabling either the discovery of new heavy quarks at TeV scales or the exclusion of a wide region of parameter space (mass and couplings) for them.

Keywords: High energy hadron colliders, Heavy quarks, Vector like quarks, Beyond the Standard Model, New physics searches, Particle phenomenology

YÜKSEK ENERJİLİ HADRON ÇARPIŞTIRICILARININ YENİ AĞIR KUARKLARI KEŞFETME POTANSİYELİ

ÖZET

Yüksek enerjili hadron çarpıştırıcıları, yeni ağır kuarkların aranması yoluyla Standart Modelin ötesindeki fiziği keşfetmek için güçlü bir platform sağlar. Büyük kütle merkezi enerjileri (çoklu TeV aralığı) ve yüksek parlaklıkları nedeniyle, bu çarpıştırıcılar, bileşik Higgs modelleri, ekstra boyutlu teoriler ve Standart Modelin diğer uzantıları da dahil olmak üzere birçok teorik çerçevede öngörülen vektör benzeri ağır kuark durumları için kütle erişimini önemli ölçüde genişletir. Bu çalışma, gelecekteki yüksek enerjili hadron çarpıştırıcılarında yeni ağır kuarkların üretim mekanizmalarını, baskın bozunma kanallarını ve karakteristik deneysel imzalarını inceler. Ayrıca, hadron seviyesindeki analiz performansında arka plan süreçlerini dikkate alarak beklenen istatistik önemleri değerlendirir. Sonuçlar, yüksek enerjili hadron çarpıştırıcılarının mevcut sınırları önemli ölçüde iyileştirebileceğini, TeV ölçeklerinde yeni ağır kuarkların

keşfedilmesini veya yeni ağır kuark fiziğinin parametre uzayının (kütle ve bağlaşımlar) geniş bir bölgesinin dışarlanmasını sağlayabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Yüksek enerjili hadron çarpıştırıcıları, Ağır kuarklar, Vektör benzeri kuarklar, Standart Modelin Ötesi, Yeni fizik arayışları, Parçacık fenomenolojisi

1. INTRODUCTION

The new heavy quarks should satisfy some constraints from the current experimental searches at the Large Hadron Collider (LHC). Therefore, especially vector-like interacting quarks (VLQs) have been studied for the single and pair production at the LHC. Most of the analysis with the experimental data exclude some ranges of parameters (mass and couplings) for these particles assuming them interacting with the standard model (SM) particles. The mixing of vector-like quark coupling happens predominantly to the third generation of SM quarks. A review of general model framework for the new heavy quarks can be accessed through the Ref. (Navas et al. 2024).

High energy hadron colliders (namely, High-Luminosity Large Hadron Collider (HL-LHC) (Aberle et al. 2020) and Future Circular Collider-hh (FCC-hh) (Abada et al. 2019)) provide a powerful platform to explore physics Beyond the Standard Model (BSM) through the search for new heavy quarks (vector-like interacting quarks). Due to their large center-of-mass energies (14 TeV for HL-LHC and 100 TeV for FCC-hh) and high integrated luminosities for the proposed running times (3 ab^{-1} for HL-LHC and 10 ab^{-1} for FCC-hh), these colliders can produce vector-like interacting quarks with great numbers. After successful running period of the LHC and HL-LHC, the FCC-hh can significantly extend the mass reach for these particles predicted in many theoretical frameworks, including composite Higgs models, extra-dimensional theories, and other extensions of the standard model (Navas et al. 2024).

The T(2/3) and B(-1/3) vector-like quarks have the same electric charges as the top quark and bottom quark of the SM. According to the commonly used vector-like quark models, they can be also in different representations such as singlet, doublet, triplet. However, X and Y are more exotics than the T/B vector-like quarks since they carry exotic charges such as 5/3 and -4/3, respectively. Unlike T and B VLQs, not much research at colliders has been done on vector-like quarks X and Y, and also their subsequent BSM decays. Therefore, here we focus on the pair and single production of these VLQs, in addition we present some discussions on these new heavy quark states.

This work examines the production mechanisms, dominant decay channels, and characteristic experimental signatures of new heavy quarks at high energy hadron colliders. Focusing on

vector like quark models which have been proposed by Refs. (Del Aguila et al. 1990, Aguilar-Saavedra et al. 2013, Fuks and Shao 2017), the production cross sections and the expected signal significances have been calculated, taking into account background processes at the hadron level analysis performance.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Productions and decays

At hadron colliders proton-proton (p-p) collisions happen, and new heavy quarks can be produced singly and pairs through electro-weak (EW) interactions and mostly quantum chromodynamics (QCD) interactions, respectively. In the pair production, the cross sections will be limited by the phase space kinematics for higher mass values. However, single production overcome to pair production for some parameter (depending on the mass and couplings of the VLQ representations (bp, tp, x, y)) ranges (this has been shown in Ref. (Aguilar-Saavedra et al. 2013) at LHC with 13 TeV center of mass energy). Single and pair production of vector-like quarks can be achieved after loading vector-like quark model (here we use VLQ_v5_5FNS_UFO model developed by Ref. (Fuks and Shao 2017) using FeynRules (Alloul et al. 2014) techniques) into the MadGraph5_aMC@NLO event generator (Alwal et al. 2011).

- The pair production process: p p → VLQ VLQ (where VLQ can be any vector-like quarks bp, tp, x, y).
- Single production process: p p → VLQ V, VLQ q, VLQ Q j (where VLB is any type of vector like quarks (bp, tp, x, y), V is weak boson (W, Z) or scalar boson (H), Q is heavy quark (t or b), and j is any light quark or gluon).

The signature of the vector-like quark signal can be as follows (depending on the type and decay channels of VLQs):

- BP signal: bp → h b, bp → z b, bp → w- t (subsequent decays can occur for the Higgs, Z boson and W boson, respectively)
- TP signal: tp → h t, tp → z t, tp → w+ b (subsequent decays can occur for the Higgs, Z boson and W boson, respectively)
- X signal: x → w+ t (subsequent decays can occur for the W boson and top quark)
- Y signal: y → w- b (subsequent decays can occur for the W boson)

Here, the vector-like quarks X and Y are more exotics than the T/B vector-like quarks since they carry exotic charges such as X(5/3) and Y(-4/3). We focus on X and Y productions and their ecays. The graphical representation of the decay channels of them have been shown in Fig. 1.

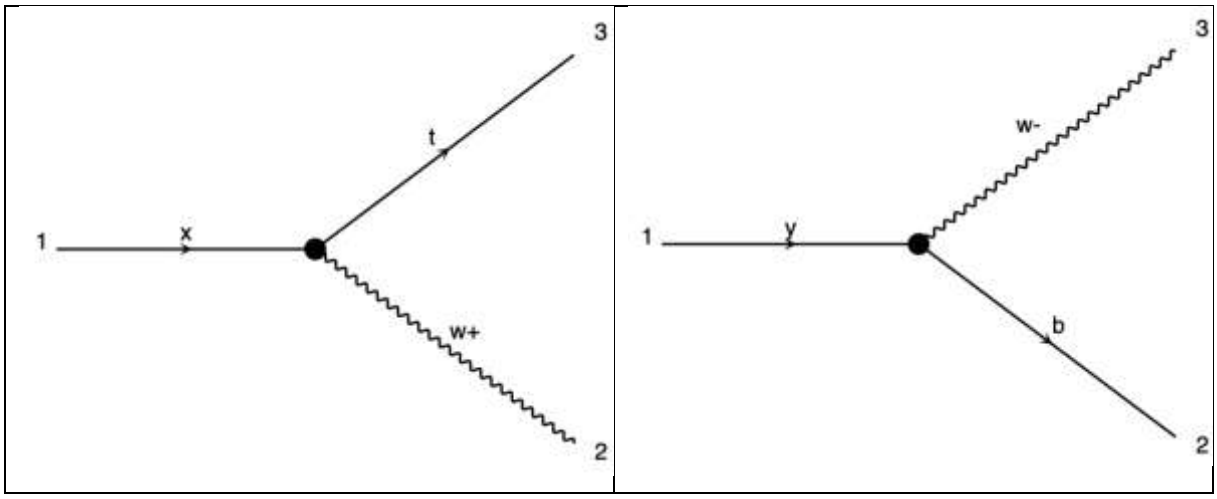


Fig. 1. Decay channel of vector-like quark X (x in figure) with charge (+5/3) and Y (y in figure) with charge (-4/3) predicted by the VLQ model framework mentioned in the text.

The branching ratios (BR) of vector-like quarks decaying into a specific channel can be calculated through the ratio of their individual decay channels as BR(VLQ→QV) = Γ(VLQ→QV)/Γ(VLQ→all), which depends on the mass and coupling parameters as well as representations. Specifically, X and Y vector-like quarks have 100% branching ratio for decay channel to a W boson and a heavy SM quark (t or b). We assume that the mixing of vector-like quark couplings happens predominantly to the third generation of SM quarks. The signal for these VLQs will be

- X -> Wt -> WWb ->2*l*+1bjet+MET
- Y -> Wb ->1*l*+1bjet+MET

The generated unweighted events at parton level have been passed to hadron level through the hadronization step with the event generator and parton shower program Pythia8 (Bierlich et al 2022).

2.2. Analysis technique

Analysis of the signal and background events is done with MadAnalysis5 (Araz et al 2021) at the hadron level. Kinematical distributions and some cuts on variables can be used to separate signal and background.

Statistical significance ($S/\sqrt{B}$) of the signal have been calculated, and parameter reach for new heavy quarks at hadron colliders are discussed. Here, signal events *S* and background events *B*

can be calculated from $S = \sigma_S \times BR(S) \times \epsilon(S) \times L_{int}$ and $B = \sigma_B \times BR(B) \times \epsilon(B) \times L_{int}$ for the given efficiencies $\epsilon(S)$ and $\epsilon(B)$. The integrated luminosity is the integral of instantaneous luminosity with respect to time, which is also useful value to characterize the performance of particle collider. Integrated luminosity is taken in units of 1/fb while the cross section unit is femtobarn (fb). For a discovery of the VLQ signal we require statistical significance $S/\sqrt{B} \geq 5$.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Signal

The production cross section of vector-like X and Y quarks depending on their mass and coupling at HL-LHC and FCC-hh colliders are presented in Fig. 2 and Fig. 3.

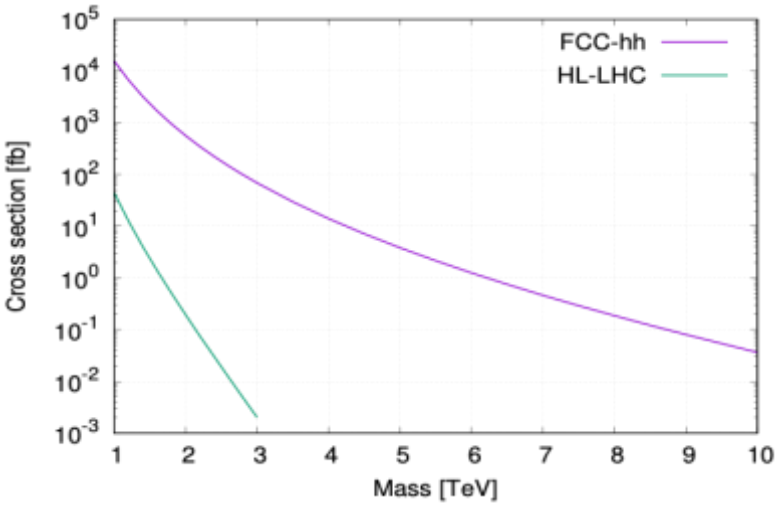


Fig. 2. Production cross section (s) of vector like quarks pairs depending on the mass at HL-LHC and FCC-hh colliders.

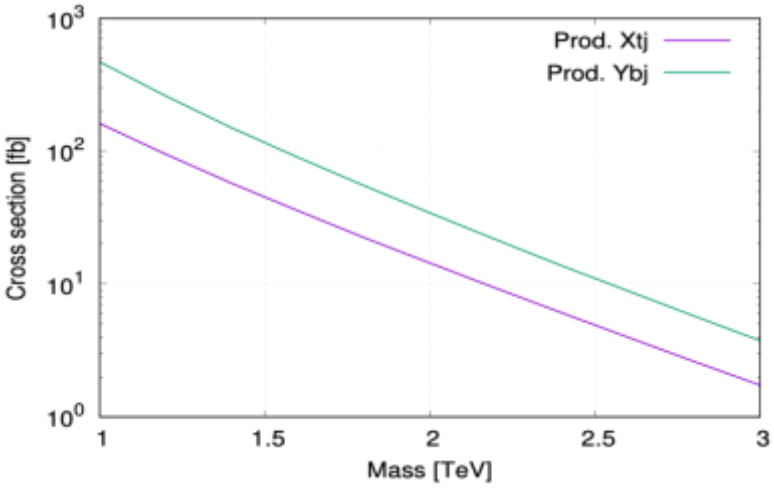


Fig. 3. Cross section (s) of single production of X and Y depending on their mass at the HL-LHC.

For the single production of vector like quarks X and Y at HL-LHC, we set coupling parameter $\kappa_{X,Y} = 0.5$ and keep the range of mass between 1000 – 3000 GeV. We find the production cross section for Ybj is larger than Xtj production. As we expected from the VLQ-Q-W interactions, initial state includes Wb fusion for this Y production, while it includes Wt fusion for X production, where bottom quark distribution from gluon splitting or directly from proton are larger than that of top quark distribution.

3.2. Background

The cross sections for main backgrounds are given in Table 1 for HL-LHC and FCC-hh

Table 1. Main background processes and their cross sections

Process \ Collider	HL-LHC	FCC-hh
p p—>t t~ (2*l*2b)	26.87 pb	1110 pb
p p—>t w (2*l*≳1j)	13.93 pb	498.9 pb
p p—>z z (2*l*2j)	1.875 pb	17.95 pb
p p—>w z (2*l*2j)	1.193 pb	11.37 pb
p p—>h z (2*l*2j)	0.03569 pb	0.3958 pb

The main backgrounds are from p p—>t t~ and p p—>t w processes, while the other contribute less. After the event selection of 2*l*+MET+jets (requiring at least one bjet) for X signal, and selection of 1*l*+MET+jets (requiring at least one bjet) for Y signal, we have some kinematical distributions (p_T and η of leptons, p_T and η of jets, missing energy transverse, etc.) and invariant mass distribution reconstructed from the physics vectors for final state objects, we calculate significances by counting signal and background events in the chosen interval, then we find the parameter reach for new heavy quark search at high energy hadron colliders.

CONCLUSIONS

The results demonstrate that future high energy hadron colliders can substantially improve current limits, enabling either the discovery of heavy quarks at TeV scale or the exclusion of a wide region of parameter space (mass and couplings) of new heavy quark physics.

This study presents the search potential of high energy hadron colliders to discover new heavy quarks such as vector like quark X and Y.

The signal and background cross sections are calculated with the event generator in the model framework used commonly in phenomenological studies.

Requiring a statistical significance $S/\sqrt{B} \geq 5$ we find the mass reach of 3 TeV at HL-LHC, while this range extended up to 10 TeV at FCC-hh. We find that single production of vector-like quarks X and Y is effective way of searching them at hadron colliders. Depending on their mass (≥ 1 TeV) and coupling (≥ 0.2) single production overcome pair production.

Extending the search to other VLQs will also show full potential of hadron colliders to search for new heavy quarks.

REFERENCES

Abada, A. et al. (FCC Collaboration). (2019). FCC Physics Opportunities. Future Circular Collider Conceptual Design Report Volume 1, Eur. Phys. J. C 79, 474.

Aberle O. et al. (2020). High-Luminosity Large Hadron Collider (HL-LHC), CERN-2020-010.

Aguilar-Saavedra J. A., Benbrik R., Heinemeyer S., and Pérez-Victoria M., (2013). Handbook of vectorlike quarks: Mixing and single production, Phys. Rev. D 88, 094010.

Alloul A., Christensen N.D., Degrande C., Duhr C., Fuks B., (2014). FeynRules 2.0—A complete toolbox for tree-level phenomenology, Computer Physics Communications 185, 2250-2300.

Alwall J. et al. (2011). MadGraph 5: Going Beyond, J. High Energy Phys. 2011, 128.

Araz J.Y., Fuks B., Polykratis G. (2021). Simplified fast detector simulation in MadAnalysis5, Eur. Phys. J. C 81, 329.

Bierlich C. et al. (2022), A comprehensive guide to the physics and usage of PYTHIA 8.3, SciPost Phys. Codebases 8.

Del Aguila F., Ametller L.I., Kane G.L. and Vidal J. (1990). Vector-like fermion and standard Higgs production at hadron colliders, Nucl. Phys. B 334 (1), 1-23.

Fuks B., Shao H.S. (2017). QCD next-to-leading-order predictions matched to parton showers for vector-like quark models, Eur. Phys. J. C 77:135.

Navas S. et al. (Particle Data Group). (2024). Review of Particle Physics, Phys. Rev. D 110 (3) 030001.

HEAT CAPACITY OF THE KANE OSCILLATOR IN THE APPLICATION OF SUPERSTATISTICS THEORY

Arif BABANLI
Department of Physics, Suleyman Demirel University, 32260 Isparta, Turkey
ORCID: 0000-0003-4468-999X
Mustafa BALCI
Isparta University of Applied Sciences, 32260 Isparta, Turkey
ORCID: 0000-0002-6015-0233
Vepa SABYROV
Institute of Engineering – Technical and Transport Communications of Turkmenistan, 74400, Ashgabat, Turkmenistan
Institute of Natural Sciences, Suleyman Demirel University, 32260 Isparta, Turkey
ORCID: 0000-0002-3562-3086

ABSTRACT

This article is devoted to the study of the heat capacity of the Kane oscillator in an InAs semiconductor within the framework of superstatistics theory. The behavior of the heat capacity of this quantum system is investigated as a function of temperature and various values of the extensive parameter q. In particular, the study examines the behavior of the heat capacity when the system is in extensive, superextensive, and subextensive states. According to the results obtained, at high temperatures, the behavior of the heat capacity is independent of the system's extensive state and is described within the framework of Boltzmann statistics. Moreover, in this temperature limit, the heat capacity in the specified states tends toward $2k_B$, which is consistent with the results of other works devoted to the study of the thermodynamic properties of low-dimensional quantum structures. Furthermore, in certain temperature ranges, the heat capacity in the superextensive and subextensive states exhibits anomalous behavior, which has also been noted in many studies. This anomalous behavior of the heat capacity is due to the fact that the energy distribution of particles is described by the effective Boltzmann factor. Thus, the behavior of heat capacity within the framework of superstatistics theory differs from the results of standard Boltzmann statistics, with this difference being most pronounced at low temperatures. The results obtained allow for a deeper understanding of the thermodynamic processes occurring in low-dimensional quantum structures whose statistics deviate from the classical Boltzmann model.

Keywords: Kane oscillator, harmonic oscillator, superstatistic, Kane model

ÖZET

Bu makale, süperistatistik teorisi çerçevesinde bir InAs yarı iletkenindeki Kane osilatörünün ısı kapasitesinin incelenmesine ayrılmıştır. Bu kuantum sisteminin ısı kapasitesinin davranışı,

sıcaklık ve çeşitli genişleme parametresi q değerlerinin bir fonksiyonu olarak araştırılmıştır. Özellikle, çalışma, sistemin genişleme, süper genişleme ve alt genişleme durumlarında ısı kapasitesinin davranışını incelemektedir. Elde edilen sonuçlara göre, yüksek sıcaklıklarda, ısı kapasitesinin davranışı sistemin genişleme durumundan bağımsızdır ve Boltzmann istatistiği çerçevesinde açıklanmaktadır. Dahası, bu sıcaklık sınırında, belirtilen durumlardaki ısı kapasitesi $2k_B$'ye doğru eğilim göstermektedir ki bu, düşük boyutlu kuantum yapılarının termodinamik özelliklerinin incelenmesine adanmış diğer çalışmaların sonuçlarıyla tutarlıdır. Ayrıca, belirli sıcaklık aralıklarında, süper genişleme ve alt genişleme durumlarındaki ısı kapasitesi, birçok çalışmada da belirtilen anormal bir davranış sergilemektedir. Isı kapasitesinin bu anormal davranışı, parçacıkların enerji dağılımının etkin Boltzmann faktörü ile tanımlanmasından kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla, süperistatistik teorisi çerçevesinde ısı kapasitesinin davranışı, standart Boltzmann istatistiklerinin sonuçlarından farklıdır ve bu fark düşük sıcaklıklarda en belirgindir. Elde edilen sonuçlar, istatistikleri klasik Boltzmann modelinden sapan düşük boyutlu kuantum yapılarında meydana gelen termodinamik süreçlerin daha derinlemesine anlaşılmasına olanak tanır.

Anahtar kelimeler: Kane osilatörü, harmonik osilatör, süperistatistik, Kane modeli

1. INTRODUCTION

In recent decades, research into low-dimensional quantum systems has revolutionized our understanding of matter, paving the way for unprecedented control over electronic and spin degrees of freedom (Weisbuch & Vinter, 1991). The transition from the three-dimensional (3D) world to structures with constrained degrees of freedom, such as quantum wells (2D), quantum wires (1D), and quantum dots (0D), leads to a fundamental change in the electronic energy spectrum—the quantum confinement effect (Reed, 1993).

Theoretical work providing the mathematical framework for predicting and explaining unique physical phenomena in these systems (Esaki & Tsu, 1970) is critically important for the development of nanoelectronic devices and quantum computers. Central to this theoretical description is the Kane model (Kane, 1957), which, being an extension of $k \cdot p$ theory, accounts for strong spin-orbit interaction and the non-parabolicity of the energy spectrum. In low-dimensional structures (e.g., quantum wells), the Kane model allows for the accurate calculation of energy levels and effects such as Rashba splitting. When an additional confinement potential is included, the Kane model transforms into the Kane oscillator, which is necessary for the detailed study of the energy spectra of electrons in real experimental nanostructures (Babanlı, 2023; Babayev & Cakmaktepe, 2006; Gashimzade & Babaev, 2002; Kane, 1957; Vurgaftman

et al., 2001).

However, despite its success, the Kane model and other modifications of $k \cdot p$ theory face limitations when modeling non-ideal structures, where structural disorder and doping fluctuations lead to significant deviations from equilibrium and correlations not described by traditional Boltzmann–Gibbs thermodynamics. To adequately account for these complex non-extensive effects in low-dimensional quantum systems, a more general statistical framework is used.

In this context, the theory of Superstatistics , which allows for the effective modeling of systems characterized by large-scale fluctuations of intensive parameters (such as the inverse temperature β), is gaining relevance (Beck & Cohen, 2003). The application of Superstatistics in nanosystems opens new opportunities for analyzing the distribution of energy levels, transport phenomena, and describing entropy under conditions of strong structural disorder (Ourabah, 2024).

This article is devoted to the study of the heat capacity of an InAs Kane oscillator within the framework of superstatistics theory. The behavior of the heat capacity of this quantum system is investigated as a function of temperature depending on various values of the extensive parameter. That is, the behavior of the heat capacity is studied when the system is in the extensive, superextensive, and subextensive states.

2. THEORY

The three-band Kane Hamiltonian, which includes the conduction band and the valence band with light and heavy holes, is given by the following form (Darnhofer & Rössler, 1993; Gashimzade & Babaev, 2002):

$$H = \begin{bmatrix} E_g - E & 0 & 0 & \sqrt{\frac{2}{3}}Pk_z & 0 & 0 \\ 0 & E_g - E & 0 & 0 & \sqrt{\frac{2}{3}}Pk_z & 0 \\ 0 & 0 & -E & 0 & 0 & 0 \\ \sqrt{\frac{2}{3}}Pk_z & 0 & 0 & -E & 0 & 0 \\ 0 & \sqrt{\frac{2}{3}}Pk_z & 0 & 0 & -E & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -E \end{bmatrix}. \quad (1)$$

Here, E_g is the band gap, P is the Kane parameter, and k_z is the z-component of the wave vector. Taking into account the minimal interaction method developed by Moshinsky & Szczepaniak (1989), we find the energy spectrum of the system defined by Equation (1), which takes the following form (Gashimzade & Babaev, 2002):

$$E_n = \pm\sqrt{\frac{E_g^2}{4} + n\hbar\omega E_g}\ , \tag{2}$$

where

$$\omega = \frac{\hbar}{m_e^* z^2} \tag{3}$$

and m_e^* is the effective mass of the electron, z is the component of the radius vector, and h is Planck's constant. Then, within the framework of superstatistics theory, by substituting the energy spectrum from Equation (2) into the following expression:

$$Z = \sum_i B(E_i), \tag{4}$$

we obtain the partition function of the quantum system. Here,

$$B(E) = e^{-\beta_0 E}\left(1 + \frac{1}{2}(q-1)\beta_0^2 E^2 - \frac{1}{3}(q-1)^2\beta_0^3 E^3\right) \tag{5}$$

the effective Boltzmann factor (Beck & Cohen, 2003) and q is a parameter that determines the intensity of fluctuations in the system. Thus, if $q = 1$, the system is in a normal (extensive) state. If $q > 1$ or $q < 1$, it is in a superextensive or subextensive state, respectively. Furthermore,

$$\beta_0 = \frac{1}{k_B T}, \tag{6}$$

where k_B is the Boltzmann constant and T is the temperature. Finally, by substituting the expression from Equation (4) into

$$C_V = \beta_0^2 \frac{\partial^2 \ln Z}{\partial \beta_0^2}, \tag{7}$$

we obtain the heat capacity of the system under consideration within the framework of superstatistics theory.

3. RESULTS

This section investigates the heat capacity of the Kane oscillator in the InAs semiconductor, the expression for which was obtained in the previous section, as a function of temperature for various extensive states. The characteristic parameters of the InAs semiconductor are:$E_g = 0.354$ eV, $m_e^* = 0.02m_0$ (Bouarissa ve Aourag, 1997; Sladek, 1957; Varshni, 1967).

Figure 1 presents the plots of the heat capacity of the Kane oscillator in InAs as a function of temperature for various extensive states. First of all, it should be noted that regardless of the value of the extensive parameter, the heat capacity asymptotically approaches a constant value of $C_v = 2k_B$ as the temperature increases. It should also be noted that at high temperatures, the behavior of the heat capacity in the subextensive and superextensive states (i.e., at $q < 1$ and $q > 1$, respectively) completely coincides with the behavior of the heat capacity in the extensive state described by the standard Boltzmann statistics.

It is noteworthy that, unlike a system in an extensive state, a system in a subextensive or superextensive state exhibits behavior that does not conform to Boltzmann statistics. Thus, within certain temperature intervals, the heat capacity of the system in these states takes on negative values, which become positive as the temperature increases. In the superextensive state, the heat capacity of the system, which has a value of $-2k_B$ at absolute zero, increases with increasing temperature. In the subextensive state, the heat capacity of the system, starting with a value of $-2k_B$ at absolute zero, decreases as the temperature increases, reaching a certain minimum. Subsequently, with a further increase in temperature, the heat capacity, after passing the minimum point, begins to rise and reaches a maximum.

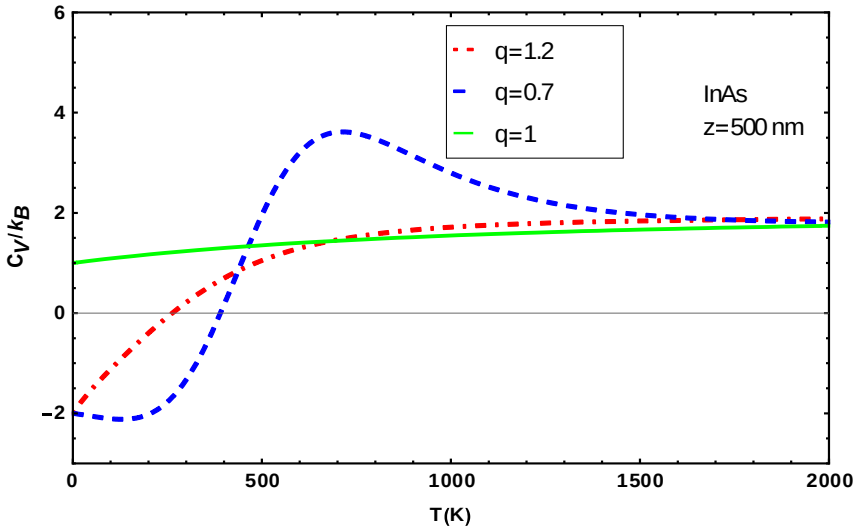


Figure 1. Temperature dependence of the specific heat of InAs semiconductor for different q parameters

CONCLUSION

This article investigated the behavior of the heat capacity of the Kane oscillator in the InAs semiconductor as a function of temperature for various extensive states. The energy spectrum of the Kane oscillator was obtained using the minimal interaction method by applying it to the Kane Hamiltonian, which defines the three-band model. The corresponding expression for the heat capacity of this quantum system was derived within the framework of superstatistics theory. This theory implies that the behavior of the quantum system under study can no longer be described by standard Boltzmann statistics.

According to the results obtained, the behavior of the heat capacity at high temperatures is described within the framework of Boltzmann statistics, regardless of the extensive state of the system. Furthermore, at high temperatures, the heat capacity in these extensive states tends toward $2k_B$, which is consistent with the results of many studies that have also investigated the thermodynamic properties of low-dimensional quantum structures. In addition, within certain temperature intervals, the heat capacity in the superextensive and subextensive states exhibits anomalous behavior, which has also been noted in most studies. This anomalous behavior of the heat capacity in these states is due to the fact that the energy distribution of particles is described by the effective Boltzmann factor.

Thus, the behavior of the heat capacity within the framework of superstatistics theory differs from that described by standard Boltzmann statistics. This difference is most pronounced at low temperatures. The results obtained provide a significantly better understanding of the thermodynamic processes occurring in low-dimensional quantum structures, whose statistics differ substantially from the standard Boltzmann statistics.

REFERENCES

Babanlı, A. M. (2023). Heat capacity of one-dimensional Kane oscillator. *Low Temperature Physics*, *49*(10), 1145–1147.

Babayev, A. M., & Cakmaktepe, S. (2006). The singular Kane oscillator. *Chinese Physics Letters*, *23*(1), 10.

Beck, C., & Cohen, E. G. (2003). Superstatistics. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, *322*, 267–275.

Bouarissa, N., & Aourag, H. (1997). The temperature dependence of the band gaps in narrow-gap semiconductors. *Infrared Physics & Technology*, *38*(3), 153–161.

Darnhofer, T., & Rössler, U. (1993). Effects of band structure and spin in quantum dots. *Physical Review B*, *47*(23), 16020–16023.

Esaki, L., & Tsu, R. (1970). Superlattice and negative differential conductivity in semiconductors.

IBM Journal of Research and Development, *14*(1), 61–65.

Gashimzade, F. M., & Babaev, A. M. (2002). The Kane oscillator. *Physics of the Solid State*, *44*(1), 162–163.

Kane, E. O. (1957). Band structure of indium antimonide. *Journal of Physics and Chemistry of Solids*, *1*(4), Article 4.

Moshinsky, M., & Szczepaniak, A. (1989). The dirac oscillator. *Journal of Physics A: Mathematical and General*, *22*(17), L817.

Ourabah, K. (2024). Superstatistics from a dynamical perspective: Entropy and relaxation. *Physical Review E*, *109*(1), 014127. https://doi.org/10.1103/PhysRevE.109.014127

Reed, M. A. (1993). Quantum dots. *Scientific American*, *268*(1), 118–123.

Sladek, R. J. (1957). Effective Masses of Electrons in Indium Arsenide and Indium Antimonide. *Physical Review*, *105*(2), 460–464.

Varshni, Y. P. (1967). Temperature dependence of the energy gap in semiconductors. *Physica*, *34*(1), 149–154.

Vurgaftman, I., Meyer, J. R., & Ram-Mohan, L. R. (2001). Band parameters for III–V compound semiconductors and their alloys. *Journal of Applied Physics*, *89*(11), 5815–5875.

HEAT CAPACITY OF GaAs CYLINDRICAL QUANTUM DOT IN APPLICATION OF SUPERSTATISTICS THEORY

Arif BABANLI
Department of Physics, Suleyman Demirel University, 32260 Isparta, Turkey
ORCID: 0000-0003-4468-999X
Mustafa BALCI
Isparta University of Applied Sciences, 32260 Isparta, Turkey
ORCID: 0000-0002-6015-0233
Vepa SABYROV
Institute of Engineering – Technical and Transport Communications of Turkmenistan, 74400, Ashgabat, Turkmenistan
Institute of Natural Sciences, Suleyman Demirel University, 32260 Isparta, Turkey
ORCID: 0000-0002-3562-3086

ABSTRACT

Quantum dots are low-dimensional semiconductor nanostructures whose spatial confinement in the nanometer range leads to strong size quantization. This effect imparts atomic-like physical properties to them, including a discrete energy spectrum. The uniqueness of quantum dots lies in the ability to tune these properties (e.g., optical and electronic) by varying their size and chemical composition, which ensures their broad technological application. Accurate and comprehensive knowledge about the properties of quantum dots is a necessary condition for an in-depth understanding of their fundamental physics and the expansion of their technological application. Thermodynamic properties of quantum dots are the object of increased attention in modern physicochemical research due to their critical importance for the development of nanotechnologies. In this article, the thermodynamic properties of a cylindrical GaAs quantum dot were studied within the framework of Superstatistics theory. Specifically, the heat capacity of this quantum system was investigated as a function of temperature and the extensive parameter. The energy spectrum of the system under consideration was obtained by solving the Schrödinger equation within the framework of the effective mass approximation. Subsequently, using the obtained energy spectrum, the value of the partition function was determined within the framework of Superstatistics theory. According to the results obtained, the heat capacity of the system in states different from the extensive state exhibits atypical behavior at low temperatures: the heat capacity has negative values. At high temperatures, the heat capacity is a constant value independent of temperature, which is equal to $3k_B$.

Keywords: GaAs quantum dot, thermodynamic properties, superstatistic.

ÖZET

Kuantum noktaları, nanometre aralığındaki uzamsal sınırlamaları nedeniyle güçlü boyut kuantizasyonuna yol açan düşük boyutlu yarı iletken nanoyapılardır. Bu etki, onlara ayrık bir

enerji spektrumu da dahil olmak üzere atom benzeri fiziksel özellikler kazandırır. Kuantum noktalarının benzersizliği, bu özellikleri (örneğin optik ve elektronik) boyutlarını ve kimyasal bileşimlerini değiştirerek ayarlayabilme yeteneğinde yatmaktadır; bu da geniş teknolojik uygulamalarını sağlar. Kuantum noktalarının özellikleri hakkında doğru ve kapsamlı bilgi, temel fiziklerinin derinlemesine anlaşılması ve teknolojik uygulamalarının genişletilmesi için gerekli bir koşuldur. Kuantum noktalarının termodinamik özellikleri, nanoteknolojilerin geliştirilmesi için kritik önemleri nedeniyle modern fizikokimyasal araştırmalarda artan bir ilgi konusudur. Bu makalede, silindirik bir GaAs kuantum noktasının termodinamik özellikleri Süperistatistik teorisi çerçevesinde incelenmiştir. Özellikle, bu kuantum sisteminin ısı kapasitesi, sıcaklık ve genişletici parametrenin bir fonksiyonu olarak araştırılmıştır. İncelenen sistemin enerji spektrumu, etkin kütle yaklaşımı çerçevesinde Schrödinger denkleminin çözülmesiyle elde edilmiştir. Daha sonra, elde edilen enerji spektrumu kullanılarak, Süperistatistik teorisi çerçevesinde bölüşüm fonksiyonunun değeri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, sistemin genişletilmiş durumdan farklı hallerdeki ısı kapasitesi düşük sıcaklıklarda atipik bir davranış sergilemektedir: ısı kapasitesi negatif değerler almaktadır. Yüksek sıcaklıklarda ise ısı kapasitesi, sıcaklıktan bağımsız olarak sabit bir değer olan 3k_B'ye eşittir.

Anahtar kelimeler: GaAs kuantum nokta, termodinamik özellikler, süperistatistik.

1. INTRODUCTION

In recent decades, research into low-dimensional quantum systems has revolutionized our understanding of matter, paving the way for unprecedented control over electronic and spin degrees of freedom (Weisbuch & Vinter, 2014). The transition from the three-dimensional world to structures with full confinement of carrier motion, such as quantum dots , leads to a fundamental change in the electronic energy spectrum—the quantum confinement effect (Reed, 1993).

Theoretical work underlying this breakthrough plays a crucial role, providing the mathematical framework for predicting and explaining the unique physical phenomena arising in these systems. Describing the electron energy spectrum in a cylindrical quantum dot based on the GaAs semiconductor requires the application of adequate models that account for the dispersion relation and strong spatial confinement. The accurate determination of discrete energy levels is the first step toward studying the thermodynamic properties of these systems.

However, the analysis of the thermodynamic characteristics of low-dimensional quantum

systems , especially properties like heat capacity, faces significant difficulties when the system exhibits behavior that goes beyond the classical extensive Boltzmann–Gibbs thermodynamics. This occurs when the fundamental assumption of temporal and spatial homogeneity of intensive thermodynamic parameters is violated. In such systems, characterized by long-range correlations and slow relaxation, non-extensive dynamics arise, requiring a generalization of the standard statistical approach.

To adequately account for the large-scale fluctuations of intensive parameters (e.g., the inverse temperature β), a more general statistical framework is introduced. In this context, the theory of Superstatistics is gaining relevance, as it allows for the effective modeling of systems where the intensive parameter itself is a random variable (Beck & Cohen, 2003). This article is dedicated to the investigation of the heat capacity of a cylindrical GaAs quantum dot within the framework of Superstatistics theory, which provides a more accurate understanding of the thermodynamic processes occurring in these nanostructures.

2. THEORY

The Hamiltonian of the quantum system under consideration has the form (Babanlı et al., 2024):

$$H = \frac{1}{2\mu}\left(\mathbf{p} + e\mathbf{A}\right)^2 + \frac{m_e^* \omega_\rho^2 \rho^2}{2} + \frac{m_e^* \omega_z^2 z^2}{2} + \frac{1}{2}\mu_B B \sigma_z g \,, \tag{8}$$

where

$$\omega_\rho = \frac{\hbar}{m_e^* R^2} \tag{9}$$

and

$$\omega_z = \frac{\hbar}{m_e^* L^2} \tag{10}$$

Here: $\mathbf{p}$ is the momentum operator, $\mathbf{A} = (0, B\rho/2, 0)$ is the vector potential, B is the magnetic field, g is the Lande g-factor, μ_B is the Bohr magneton, σ_z is the z-component of the Pauli matrix, e is the electron charge, L is the cylinder height, and R is the cylinder radius.

By substituting this Hamiltonian into the Schrödinger equation and solving it within the framework of the effective mass approximation , we obtain the energy spectrum of a cylindrical GaAs quantum dot, which has the following form:

$$E_{n,n_\rho,m} = \frac{\hbar\omega_c m}{2} + \hbar\omega_z\left(n+\frac{1}{2}\right) + \hbar\Omega\left(n_\rho + \frac{|m|+1}{2}\right) \pm \frac{1}{2}\mu_B Bg\,, \tag{11}$$

where

$$\omega_c = \frac{eB}{m_e^*} \tag{12}$$

and

$$\Omega = \sqrt{\omega_\rho^2 + \omega_c^2}\,. \tag{13}$$

Also, $n_r = 0,1,2,,$ $n = 0, 1, 2, ...,$ and $m = 0, \pm1, \pm2, ...$

Next, we assume that the probability of finding the system in a specific energy state is given by the following expression (Beck & Cohen, 2003):

$$p(E) = \frac{1}{Z}B(E)\,, \tag{14}$$

where

$$B(E) = e^{-\beta_0 E}\left(1+\frac{1}{2}(q-1)\beta_0^2E^2 - \frac{1}{3}(q-1)^2\beta_0^3E^3\right) \tag{15}$$

the effective Boltzmann factor, which is a result established within the framework of the Superstatistics theory developed by Beck & Cohen (2003). Here, q is the parameter defining the extensive state of the system. Thus, if $q = 1$, the system is in the extensive state. Conversely, if $q > 1$ and $q < 1$, it is in the superextensive and subextensive states, respectively. And also:

$$Z = \sum_i B(E_i) \tag{16}$$

the partition function , and also β_0 is the inverse temperature, which has the form:

$$\beta_0 = \frac{1}{k_B T}\,, \tag{17}$$

where k_B is the Boltzmann constant and T is the temperature. Next, by substituting the effective Boltzmann factor into Equation (16), we obtain:

$$Z = \left(1+\frac{q-1}{2}\beta_0^2\frac{d^2}{d\beta_0^2} - \frac{(q-1)^2}{3}\beta_0^3\frac{d^3}{d\beta_0^3}\right)Z_0\,, \tag{18}$$

where

$$Z_0 = \frac{1}{2}\frac{\cosh\left(\frac{1}{2}g\mu_B B\beta_0\right)\sinh\left(\frac{1}{2}\Omega\hbar\beta_0\right)\operatorname{csch}\left(\frac{1}{2}\omega_z\hbar\beta_0\right)\operatorname{csch}\left(\frac{1}{2}\Omega\hbar\beta_0\right)}{\cosh\left(\frac{1}{2}\Omega\hbar\beta_0\right)-\cosh\left(\frac{1}{2}\omega_c\hbar\beta_0\right)}. \quad (19)$$

Next, we define the expression for the heat capacity at constant volume in the following form:

$$C_V = \beta_0^2\frac{\partial^2 \ln Z}{\partial\beta_0^2}. \quad (20)$$

Finally, by taking into account the expressions obtained in Equations (18) and (19) and substituting them into Equation (20), we find the heat capacity of the Kane oscillator within the framework of Superstatistics theory.

3. RESULTS

This section of the article investigates the behavior of the heat capacity of a cylindrical GaAs quantum dot , the expression for which were derived in the previous section, as a function of temperature and the extensive parameter. The following values were used in the calculations for the GaAs semiconductor: $m_e^* = 0.067m_e$ (Bouarissa & Aourag, 1999) and $g = -0.44$ (Babayev et al., 2009; Hübner et al., 2009).

Figure 1 shows the graph of the heat capacity as a function of temperature and the extensive parameter. As can be seen from this figure, at low temperatures, except for $q = 1$, the heat capacity is a negative quantity, which at absolute zero has a value equal to $-2k_B$. That is, the behavior of the heat capacity of the system under consideration in the superextensive and subextensive states at low temperatures is atypical. When $q = 1$, the behavior of the system's heat capacity, as expected, fully corresponds to Boltzmann statistics, where the heat capacity is zero at absolute zero and is a positive quantity. At high temperatures, regardless of the value of q, the heat capacity is a constant quantity. That is, with increasing temperature, despite the value of q, the heat capacity asymptotically approaches the value of $3k_B$.

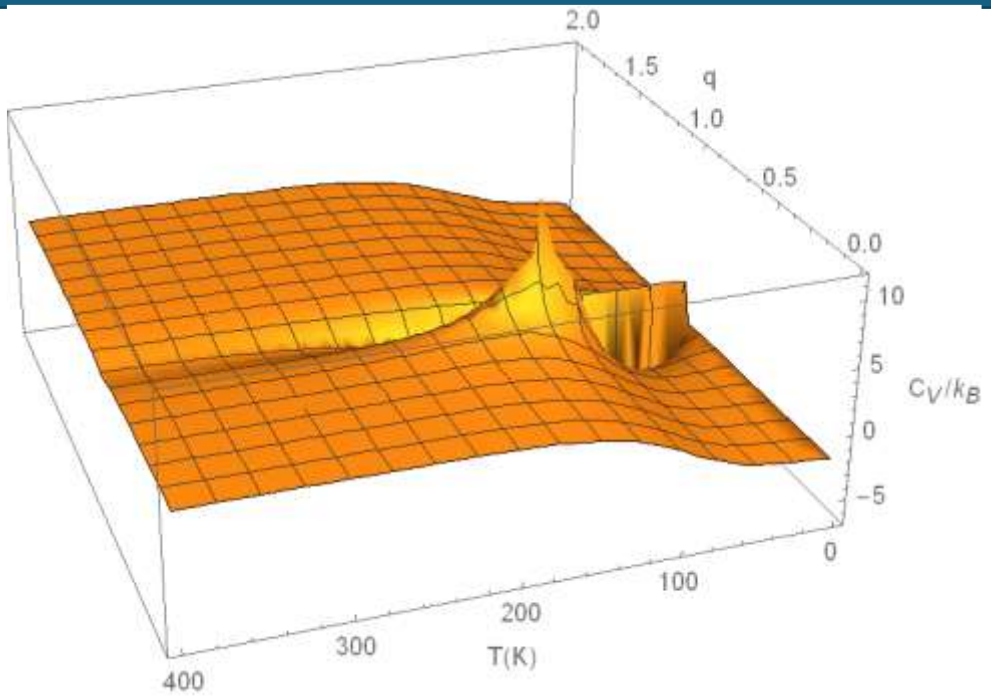


Figure 1. Graph of the heat capacity of a cylindrical GaAs quantum dot as a function of temperature and the extensive parameter.

CONCLUSION

In this article, the thermodynamic properties of a cylindrical GaAs quantum dot were studied within the framework of superstatistics theory. Specifically, the heat capacity of this quantum system was investigated as a function of temperature and the extensive parameter. The energy spectrum of the system under consideration was obtained by solving the Schrödinger equation within the framework of the effective mass approximation.

Then, using the obtained energy spectrum, the partition function value was determined within the framework of superstatistics theory. According to the results obtained, the heat capacity of the system in states different from the extensive state exhibits atypical behavior at low temperatures: the heat capacity has negative values . At high temperatures, the heat capacity is a constant value independent of temperature, which is equal to $3k_B$.

REFERENCES

Babanlı, A. M., Balcı, M., Sabyrov, V., Saparguliyev, R., Shamuhammedov, S., & Kakalyyev, A. (2024). Magnetic and Thermodynamic Properties of the Cylindrical DMS Quantum Dot. *Journal of Low Temperature Physics*, *217*(3), 584–597.

Babayev, A. M., Mercan, O., & Tez, S. (2009). Electron Lande g-factor in GaAs/Al_xGa_(1-x) As quantum wires. *Physica E*, *41*, 345–348.

Beck, C., & Cohen, E. G. (2003). Superstatistics. *Physica A: Statistical Mechanics and Its*

Applications, *322*, 267–275.

Bouarissa, N., & Aourag, H. (1999). Effective masses of electrons and heavy holes in InAs, InSb, GaSb, GaAs and some of their ternary compounds. *Infrared Physics & Technology*, *40*, 343–349.

Hübner, J., Döhrmann, S., Hägele, D., & Oestreich, M. (2009). Temperature-dependent electron Landé g factor and the interband matrix element of GaAs. *Physical Review B*, *79*(19), 193307.

Reed, M. A. (1993). Quantum dots. *Scientific American*, *268*(1), 118–123.

Weisbuch, C., & Vinter, B. (2014). *Quantum semiconductor structures: Fundamentals and applications*. Elsevier.

İŞ KAZALARININ ÖNLENMESİNDE İŞ SAĞLIĞI HEMŞİRESİNİN ROL VE SORUMLULUKLARI

Firdevs KUZU
Sivas Cumhuriyet University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, Sivas
ORCID: 0000-0001-6628-3224

ÖZET

İş kazaları, yalnızca bireysel değil aynı zamanda toplumsal ve ekonomik sonuçları olabilen halk sağlığı konuları içerisinde yer almaktadır. Çalışma hayatında meydana gelen iş kazaları, çalışanların bedensel ve ruhsal sağlığını olumsuz etkilemenin yanı sıra can güvenliğini tehdit ederek ölümlere yol açabilmektedir. Bu nedenle çalışan güvenliğinin sağlanması ve iş kazalarının önlenmesi, iş sağlığı ve güvenliği uygulamalarının temel hedefleri arasında yer almakta olup, konu hakkında farkındalıkların artırılması önemlidir. İş kazalarının önlenmesinde yalnızca yasal düzenlemeler değil, aynı zamanda iş yerlerinde aktif görev alan sağlık profesyonellerinin katkısının da önem taşıdığı söylenebilir. Bu doğrultuda iş sağlığı alanında hemşireler çalışma ortamlarında; sağlık taramaları, eğitimler, risk değerlendirmeleri ve erken müdahale gibi birçok alanda aktif görev alarak iş kazalarının önüne geçilmesine katkı sağlayabilirler. Bu nedenle, iş sağlığı hemşiresinin rol ve sorumluluklarının detaylı biçimde incelenmesinin hem mesleki farkındalığın artırılmasında hem de iş sağlığı hizmetlerinin etkinliğinin yükseltmesinde önemli olduğu söylenebilir. Bu derleme çalışmasının amacı, iş sağlığı hemşiresinin iş kazalarının önlenmesindeki rol ve sorumluluklarını literatür doğrultusunda değerlendirmektir. Ayrıca derleme ile iş sağlığı alanında görev yapan hemşirelerin mesleki rollerine ilişkin bilgi birikiminin artırılması ve daha güvenli çalışma ortamlarının geliştirilmesine rehberlik etme yönünde katkı sağlayabileceği söylenebilir. Bununla birlikte derlemenin; kurum yöneticileri, işverenler ve yasa yapıcılar nezdinde iş sağlığı hemşirelerinin iş kazalarının önlenmesindeki önemine dikkat çekerek iş sağlığı ve güvenliği alanına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: İş kazası, iş sağlığı hemşiresi, iş güvenliği

THE ROLE AND RESPONSIBILITIES OF OCCUPATIONAL HEALTH NURSES IN PREVENTING WORKPLACE ACCIDENTS

ABSTRACT

Workplace accidents are public health issues that can have not only individual but also societal and economic consequences. Workplace accidents can negatively impact employees' physical and mental health, as well as threaten their safety and lead to fatalities. Therefore, ensuring employee safety and preventing workplace accidents are among the fundamental objectives of

occupational health and safety practices, and raising awareness on this subject is crucial. It can be said that not only legal regulations but also the contribution of health professionals actively working in the workplace are important in preventing workplace accidents. In this regard, nurses in the field of occupational health can contribute to preventing workplace accidents by actively working in many areas in the workplace, such as health screenings, training, risk assessments, and early intervention. Therefore, it can be said that a detailed examination of the roles and responsibilities of occupational health nurses is important both in increasing professional awareness and in improving the effectiveness of occupational health services. The aim of this review is to evaluate the roles and responsibilities of occupational health nurses in preventing occupational accidents in line with the literature. Furthermore, it can be said that the compilation may contribute to increasing the knowledge base regarding the professional roles of nurses working in occupational health and guiding the development of safer working environments. In addition, it is thought that this compilation will contribute to the field of occupational health and safety by drawing the attention of institutional managers, employers, and legislators to the importance of occupational health nurses in preventing occupational accidents.

Keywords: Work accident, occupational health nurse, occupational safety

INTRODUCTION

Healthcare workers employed in healthcare institutions face various risks that threaten their safety due to many factors, such as the reflection of technological developments on healthcare system applications, the increasing diversity of healthcare workers involved in service delivery, variability in disease factors, and the increasing complexity of social life (İncesu 2019). The concept of risk is defined in the Occupational Health and Safety Risk Assessment Regulation as “the possibility of loss, injury, or other harmful consequences arising from a hazard” (T.C. Resmi Gazete 2012). Occupational health and safety practices are comprehensive initiatives that aim to ensure the right to a healthy life by protecting workers against all kinds of hazards that may arise in the workplace (Sarıçam 2012). However, having only an advanced management system and technological infrastructure is not sufficient to develop safe behaviors in the workplace and ensure protection from risks (Portell et al. 2014). The primary purpose of planned measures aimed at the health and safety of employees in the workplace is to create a safe and healthy working environment by preventing exposure to occupational accidents and diseases (İncesu 2019). In this context, the protection of employees is among the fundamental principles of labor law, and one of the most important requirements of this principle is the

prevention of work accidents and occupational diseases before they occur (Korkmaz and Avsallı 2012).

The concept of occupational health and safety refers to the organization of work environments in a more "humane" manner and the implementation of measures to ensure that individuals work under safe conditions (Turan and Taşkın 2016). Occupational health and safety is an important field of public health that aims to maximize the physical, mental, and social well-being of individuals working in all occupational groups and to make this situation sustainable, encompassing preventive approaches and practices against health-related risks. In this context, the fundamental objectives of occupational health and safety are to protect and improve the health and productivity of workers, to improve working conditions and environments in terms of health and safety, and to develop work organization and working practices that include effective management systems, personnel policies, participation principles, and quality-focused voluntary management practices (WHO 2024; Uskun et al. 2022). The main focus areas of occupational health and safety are protecting and improving workers' health and work capacity, making the necessary improvements to ensure that the working environment and work are suitable in terms of health and safety, developing work organizations and work cultures that support health and safety in the workplace, and promoting a smooth and safe working environment by creating a positive social climate (ILO 2019).

It can be said that the role of health professionals is becoming increasingly important in the effective implementation and continuity of occupational health and safety practices in the field. The roles undertaken by occupational health nurses range from clinical practice to education, case management to management and consulting. In this context, their areas of responsibility have expanded significantly over time and diversified to include many tasks such as case management, consulting and crisis intervention, health promotion and risk reduction, compliance with legal and regulatory requirements, and identification of worker and workplace hazards. Within the scope of case management, occupational health and safety nurses plan, coordinate, and monitor the care processes of sick or injured employees (www.aaohn.org). In a legislative/regulatory role, occupational health nurses collaborate with employers to ensure compliance with legal regulations concerning employees and the workplace and raise awareness about current legal regulations (www.aaohn.org; Yolcu and Demir 2023). In the context of health promotion and risk reduction, occupational health and safety nurses develop programs that support positive lifestyle changes aimed at reducing the risk of illness and injury and that aim to establish a balance between work, family, personal life, health, and psychosocial

needs. Vaccination programs, smoking cessation initiatives, exercise and physical fitness programs, nutrition and weight control, stress management, chronic disease monitoring, and effective use of health services are among these preventive approaches (www.aaohn.org). Within the scope of clinical practice, occupational health nurses assess according to appropriate standards and document the nursing process related to care management through diagnosis and interventions (Waltz et al. 2010; Yolcu and Demir 2023). In their advisory and crisis intervention roles, occupational health nurses also provide guidance to employees on work-related illnesses and injuries, as well as substance use, psychosocial needs, healthy living, and health promotion. In addition, they may be responsible for implementing employee support programs or referring individuals to appropriate programs and community resources and monitoring these processes (www.aaohn.org). Under the heading of workforce, workplace, and environment, they plan health screening and monitoring programs for employees and implement practices aimed at protecting employee health and safety (Yolcu and Demir 2023). In the process of identifying workplace hazards and risks, occupational health and safety nurses define risks; monitor, evaluate, and analyze the effects of workplace exposures; and systematically collect and use health and hazard data to select and implement preventive and control measures. Examples of such work include examining the effects of toxic chemical exposures, preparing plans to prevent workplace accidents, and analyzing individuals and groups in situations such as pandemics to identify patterns, trends, and common characteristics (www.aaohn.org). Within the scope of management, business, and leadership roles, occupational health nurses are responsible for coordinating occupational health services and monitoring the continuity of high-quality and cost-effective products and services. The research role involves researching and implementing evidence-based practices and sharing resources and examples of good practice. In terms of professionalism, occupational health nurses apply scientific and regulatory knowledge related to the nursing profession and pursue their professional development (Yolcu and Demir 2023). Considering the various duties and responsibilities of occupational health nurses, their main roles can be summarized as follows: a) Implementing practices aimed at preventing accidents and occupational diseases in the workplace, in line with a comprehensive and proactive occupational health and safety approach, b) Supporting occupational health and the workforce by focusing on conditions in the working environment that need to be prevented, which, although not directly related to the nature of the work, could negatively affect job continuity or employee performance, c) Contributing to a broader public health agenda by developing environmental health management for the working

population (Yeşiltepe and Karadağ 2019; WHO 2001). Occupational health nurses can systematically examine work environments through the walkthrough method to identify existing hazards and uncover inappropriate techniques and methods used by employees (Delk 2012). A significant portion of workplace accidents can be prevented through an effective risk management approach. It has been shown that interventions planned according to individual characteristics and targeted at specific goals are more effective than broad-based interventions. However, supporting comprehensive interventions with individualized and targeted applications allows for a more detailed assessment of employees (Kerr et al. 2007; Kuru and Emiroğlu 2017). As an example of this, a study reported that an intervention program developed taking individual characteristics into account to increase the use of protective earplugs among factory workers significantly increased earplug usage rates. The findings reveal that intervention programs planned according to individuals' characteristics are quite effective in terms of creating behavioral change (Lusk et al. 2003).

CONCLUSIONS

Occupational health and safety practices contribute to protecting the health and safety of workers and preventing occupational accidents and diseases. In this context, occupational health nursing stands out as a field of public health nursing that addresses both individual workers and the work environment, encompassing protective, developmental, and preventive services. Occupational health nurses support the implementation of occupational health and safety practices through various roles, including clinical practice, case management, health and safety training, monitoring employee health, and management and consulting. It can be said that the knowledge and competence of occupational health nurses play an important role in achieving occupational health and safety goals. It is thought that a holistic approach to occupational health nursing can contribute to the creation and maintenance of safe and healthy working environments.

REFERENCES

American Association of Occupational Health Nurses (AAOHN). *Role of occupational and environmental nurses*. Erişim tarihi: 16 Aralık 2025, https://www.aaohn.org/Practice/Become-an-Occupational-Health-Nurse#role

Delk, K. L. (2012). Occupational health nursing interventions to reduce third-party liability in workplace injuries. *Workplace Health & Safety*, *60*(3), 107–109.

International Labour Organization (ILO). (2019). Erişim tarihi: 8 Nisan 2024, https://www.ilo.org/about-ilo/history-ilo

İncesu, E. (2019). Sağlık hizmetlerinde risk yönetim modeli önerisi. *Sağlıkta Kalite ve Akreditasyon Dergisi*, *2*(1), 47–53. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/747383

Kerr, M. J., Savik, K., Monsen, K. A., & Lusk, S. L. (2007). Effectiveness of computer-based tailoring versus targeting to promote use of hearing protection. *Canadian Journal of Nursing Research, 39*(1), 80–97.

Korkmaz, A., & Avsallı, H. (2012). Çalışma hayatında yeni bir dönem: 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Yasası. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *(26)*, 153–167.

Kuru, N., & Emiroğlu, O. N. (2017). İş sağlığı hemşireliği uygulamalarında birey ve aile odaklı bakım. *Turkiye Klinikleri Journal of Public Health Nursing–Special Topics*, *3*(2), 83–87.

Lusk, S. L., Ronis, D. L., Kazanis, A. S., Eakin, B. L., Hong, O., & Raymond, D. M. (2003). Effectiveness of a tailored intervention to increase factory workers' use of hearing protection. *Nursing Research*, *52*(5), 289–295.

World Health Organization (WHO). (2024). *Occupational health*. Erişim tarihi: 8 Nisan 2024, https://www.who.int/health-topics/occupational-health

Portell, M., Gil, R. M., Losilla, J. M., & Vives, J. (2014). Characterizing occupational risk perception: The case of biological, ergonomic, and organizational hazards in Spanish healthcare workers. *Spanish Journal of Psychology*, *17*, 1–12. https://doi.org/10.1017/sjp.2014.55

Sarıçam, H. (2012). *İş sağlığı ve güvenliği kapsamında hemşirelerin karşılaştığı risk ve tehlikelerin iş stresi düzeyleri üzerine etkisi* (Yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

T.C. Resmi Gazete. (2012). İş sağlığı ve güvenliği risk değerlendirmesi yönetmeliği (29 Aralık 2012, Sayı: 28512). https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/12/20121229-13.htm

Turan, G., & Taşkın, M. (2016). Güncel kanunlar çerçevesinde tarafların iş sağlığı ve güvenliği sorumluluğu. *1. Uluslararası İş Güvenliği ve Çalışan Sağlığı Kongresi Bildiri Kitabı* (ss. 147–148). Kocaeli, Türkiye.

Uskun, E., Güblü, M., Evcil, F. Y., Kalaycı, Ö., Kartal, F. M., Önal, Ö., & Kişioğlu, A. N. (2022). İş sağlığı okuryazarlığı ölçeği'nin Türkçe geçerlik ve güvenirliği: Metodolojik bir çalışma. *Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences*, *42*(3), 191–203.

Waltz, C. F., Strickland, O. L., & Lenz, E. R. (2010). *Measurement in nursing and health research*. New York: Springer Publishing Company, 176–178.

World Health Organization (WHO). (2001). *The role of the occupational health nurse in workplace health management*. Erişim tarihi: 10 Nisan 2024, https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/108433/WHO-EURO-2001-8577-48349-71781-eng.pdf?sequence=3

Yeşiltepe, A., & Karadağ, G. (2019). Meslek hastalığının boyutları ve meslek hastalıklarından korunmada iş sağlığı hemşiresinin rolleri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi*, *12*(4), 294–302.

Yolcu, S., & Demir, F. (2023). Hemşirelerin sağlık hizmetlerinde iş sağlığı ve güvenliği konusunda rol ve sorumlulukları. *Atlas Journal of Medicine*, *4*(9), 46–53.

TÜRKİYE'DE HEMŞİRELİK ALANINDA DİYABETİK AYAĞA YÖNELİK YAPILAN LİSANSÜSTÜ TEZLERİN TARANMASI: BİR KAPSAM İNCELEMESİ

Meryem KAR
Istanbul Bilgi University, Faculty of Nursing, Department of Internal Medicine Nursing, Istanbul
ORCID: 0009-0000-7479-2985
Cansu POLAT DÜNYA
Istanbul University, Faculty of Nursing, Department of Internal Medicine Nursing, Istanbul
ORCID: 0000-0002-3029-0446
Nurten ÖZEN
Istanbul University, Faculty of Nursing, Department of Internal Medicine Nursing, Istanbul, Turkey
ORCID: 0000-0003-3988-0474

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, Türkiye'de hemşirelik alanında diyabetik ayak yönetimi ile ilgili yapılan lisansüstü tezlerin incelenmesidir.

Bu çalışma, betimleyici türde ve doküman analizi yöntemine dayalı retrospektif bir araştırma tasarımında yürütüldü. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi veri tabanında "diyabetik ayak" ve "hemşirelik" anahtar kelimeleri ile tarama yapıldı. Araştırmaya, hemşirelik alanında yapılmış, erişime açık, pediatrik popülasyon içermeyen ve 2020–2025 yılları arasında tamamlanmış lisansüstü tezler dâhil edildi. Uygun tezler, araştırma türleri, örneklem özellikleri, müdahale yöntemleri, ölçme araçları ve temel sonuçlar açısından sınıflandırıldı; veriler frekans-yüzde dağılımları ile değerlendirildi.

Araştırma kapsamına alınan toplam 44 tezin 28'i (%63,6) yüksek lisans, 16'sı (%36,4) doktora düzeyindedir. Araştırma türleri incelendiğinde, 18 tezin (%40,9) randomize kontrollü deneysel, iki tezin (%4,5) yarı deneysel ve 24 tezin (%54,5) tanımlayıcı, ilişkisel veya kesitsel türde olduğu belirlenmiştir. Girişimsel nitelikteki çalışmalarda en sık kullanılan yöntem eğitim temelli müdahaleler olup (n=10, %50,0), bunu web tabanlı/teknoloji destekli uygulamalar (n=5, %25,0) ve biyofizyolojik girişimler—lavanta yağı, defne yağı, jelatin bazlı yara örtüleri gibi—(n=5, %25,0) izlemiştir. Tanımlayıcı türdeki tezlerde ise diyabetik ayak bakım davranışlarının çoğunlukla düşük veya orta düzeyde olduğu, öz-etkililiğin bakım davranışlarıyla pozitif ilişki gösterdiği ve yaş, eğitim düzeyi, diyabet süresi, komplikasyon öyküsü ile sağlık okuryazarlığı gibi değişkenlerin bakım uygulamalarını anlamlı biçimde etkilediği saptanmıştır. Ayrıca kırılganlık, depresyon ve psikososyal faktörlerin diyabetik ülser gelişimi ve yaşam kalitesi üzerinde önemli etkileri olduğu belirlenmiştir.

Diyabetik ayağa yönelik lisansüstü tezlerin çoğunluğunun tanımlayıcı ve deneysel tasarımlardan oluştuğu görülmektedir. Çalışmaların bulguları, eğitim temelli ve teknoloji destekli müdahalelerin bireylerin bilgi düzeyini, öz-etkililiğini ve ayak bakım davranışlarını

geliştirmede etkili olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda, hemşirelik uygulamalarında yapılandırılmış öz-yönetim eğitim programlarının yaygınlaştırılması, dijital ve web tabanlı eğitim modellerinin entegrasyonu ve farklı popülasyonlarda uzun dönemli randomize kontrollü araştırmaların artırılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Diyabetik ayak, hemşirelik, lisansüstü tezler, kapsam incelemesi.

A SCOPING REVIEW OF POSTGRADUATE THESES ON DIABETIC FOOT IN THE FIELD OF NURSING IN TURKEY

ABSTRACT

This study aimed to examine postgraduate theses conducted in Türkiye on nursing approaches to diabetic foot management. Designed as a descriptive and retrospective document analysis, the research reviewed theses archived in the Council of Higher Education National Thesis Center. The search was performed using the terms “diabetic foot” and “nursing.” Theses were included if they were completed between 2020 and 2025, written in the field of nursing, available in full text, and focused on adult populations. Eligible theses were categorized according to their research design, sample characteristics, intervention type, measurement tools, and principal findings. Data were summarized using frequency and percentage distributions.

A total of 44 theses met the inclusion criteria, of which 28 (63.6%) were master’s theses and 16 (36.4%) were doctoral dissertations. Regarding methodological characteristics, 18 theses (40.9%) employed randomized controlled designs, two (4.5%) used quasi-experimental approaches, and 24 (54.5%) adopted descriptive, correlational, or cross-sectional designs. Among intervention studies, education-focused programs were the most common (n = 10, 50.0%), followed by technology-supported or web-based interventions (n = 5, 25.0%), and biologically oriented applications such as lavender oil, bay leaf oil, or gelatin-based dressings (n = 5, 25.0%). Descriptive theses consistently reported that individuals generally demonstrated low to moderate levels of diabetic foot care behaviors. Self-efficacy emerged as a significant positive determinant of these behaviors. Additionally, age, education, duration of diabetes, complication history, and health literacy were identified as influential variables. Several studies also emphasized the role of frailty, depression, and psychosocial factors in ulcer development and overall quality of life. Overall, postgraduate research conducted in Türkiye reflects a strong emphasis on both descriptive and experimental methodologies. The findings indicate that structured education and technology-enhanced programs effectively improve knowledge, self-efficacy, and foot-care behaviors, while biologically based interventions support wound healing. These results underscore the importance of expanding self-management programs,

integrating digital education into clinical practice, and conducting long-term randomized trials with diverse patient groups.

Keywords: Diabetic foot, nursing, postgraduate theses, scoping review.

DOKSORUBİSİN VE 4-HİDROKSİPEROKSİSİKLOFOSFAMİD SPERMATOGONYUMLAR VE SPERMATOSİTLERDE MİTOKONDRİYAL DİNAMİKLERİ DEĞİŞTİRİR

Mustafa ÖZTATLICI
Gaziantep Islam Science and Technology University, Faculty of Medicine, Department of Histology and Embryology, Gaziantep, Türkiye
ORCID: 0000-0001-9914-7122
Kemal ÖZBİLGİN
Manisa Celal Bayar University, Faculty of Medicine, Department of Histology and Embryology, Manisa, Türkiye
ORCID: 0000-0001-6627-5443
Rukiye Betül ÇOLAKSEL
Gaziantep Islam Science and Technology University, Faculty of Medicine, Department of Histology and Embryology, Gaziantep, Türkiye
ORCID: 0009-0002-5256-1259
Suna KARADENİZ SAYGILI
Kütahya Health Sciences University, Faculty of Medicine, Department of Histology and Embryology, Kütahya, Türkiye
ORCID: 0000-0003-1704-3720
Hülya ÖZTATLICI
Gaziantep University, Faculty of Medicine, Department of Histology and Embryology, Gaziantep, Türkiye
ORCID: 0000-0002-6749-9665

ÖZET

Yaygın olarak kullanılan iki kemoterapötik ajan olan doksorubisin (DOX) ve siklofosfamidin aktif metaboliti 4-hidroksisiklofosfamid (4-HC)'in, fare spermatogonyum (GC1 spg) ve primer spermatosit (GC2 spd) hücrelerinde oluşturduğu sitotoksik etkileri, apoptoz mekanizmalarını ve mitokondriyal dinamiklerdeki değişimleri kapsamlı bir şekilde değerlendirmektedir. MTT sonuçları, DOX ve 4-HC'in her iki hücre hattında da proliferasyonu konsantrasyon ve zaman bağımlı olarak belirgin şekilde azalttığını ve 48 saatlik IC_{50} değerleri ile güçlü sitotoksisite oluşturduğunu göstermiştir. Annexin V/7-AAD analizleri, tedavi sonrası total apoptotik hücre oranlarının anlamlı biçimde arttığını; canlı hücre oranlarının ise azaldığını ortaya koymuştur. Bu bulgular immünositokimyasal incelemeler ve qPCR verileriyle doğrulanmıştır. Bax ekspresyonunun yükseldiği, Bcl-2 düzeylerinin ise belirgin olarak azaldığı gösterilmiştir. Bu sonuçlar, her iki ajanın güçlü proapoptotik bir etki oluşturduğunu desteklemektedir. Mitokondriyal dinamiklere ilişkin analizler, füzyonun temel bileşenleri olan MFN1, MFN2 ve Opa1 ekspresyonlarının DOX ve 4-HC tedavileri sonrası her iki hücre hattında da dikkate değer biçimde azaldığını göstermiştir. Buna karşın, mitokondriyal bölünmeyi düzenleyen Drp-1 düzeylerinde artış ve mitofajinin temel belirteçleri PINK1 ile Parkin ekspresyonlarında anlamlı düşüşler saptanmıştır. Bu sonuçlar, DOX ve 4-HC'nin spermatogonyum ve spermatosit

hücrelerinde proliferasyonu baskıladığı, apoptozu indüklediği ve mitokondriyal homeostazisi bozarak hasarlı mitokondrilerin birikimine katkıda bulunduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: *Doksorubisin, Kemoterapi, Mitokondriyal Dinamikler, Mitofaji*

DOXORUBICIN AND 4-HYDROXYPEROXYCYCLOPHOSPHAMIDE ALTER MITOCHONDRIAL DYNAMICS IN SPERMATOGONIA AND SPERMATOCYTES

ABSTRACT

This study provides a comprehensive evaluation of the cytotoxic effects, apoptotic mechanisms, and alterations in mitochondrial dynamics induced by two widely used chemotherapeutic agents, doxorubicin (DOX) and the active metabolite of cyclophosphamide, 4-hydroxycyclophosphamide (4-HC), in mouse spermatogonia (GC1 spg) and primary spermatocyte (GC2 spd) cell lines. MTT assay results demonstrated that both DOX and 4-HC markedly suppressed cell proliferation in a dose- and time-dependent manner across both cell models, exhibiting pronounced cytotoxicity as evidenced by their 48-hour IC_{50} values. Annexin V/7-AAD flow cytometric analyses revealed a significant increase in the proportion of total apoptotic cells following treatment, accompanied by a corresponding reduction in viable cell populations. These findings were further corroborated by immunocytochemical analyses and quantitative PCR data, which showed a substantial upregulation of the proapoptotic marker Bax alongside a marked downregulation of the antiapoptotic protein Bcl-2. Collectively, these results strongly support the induction of a robust proapoptotic response by both chemotherapeutic agents. Assessment of mitochondrial dynamics indicated a notable decrease in the expression levels of key mitochondrial fusion regulators, including MFN1, MFN2, and Opa1, in both GC1 spg and GC2 spd cells following DOX and 4-HC exposure. In contrast, levels of Drp-1, a central mediator of mitochondrial fission, were elevated, while the expression of essential mitophagy markers PINK1 and Parkin was significantly reduced. These findings demonstrate that DOX and 4-HC suppress proliferation in spermatogonial and spermatocyte cells, promote apoptotic processes, and disrupt mitochondrial homeostasis, thereby contributing to the accumulation of damaged mitochondria.

Keywords: *Doxorubicin, Chemotherapy, Mitochondrial dynamics, Mitophagy*

EPİZYOTOMİ UYGULANAN DOĞUMLARDA KULLANILAN NONFARMAKOLOJİK YÖNTEMLERİN KAYGI ÜZERİNE ETKİSİ: SİSTEMATİK DERLEME VE META-ANALİZİ

Ph. D. Sümeyye KÖSE
Pendik İlçe Sağlık Müdürlüğü, Kanser Birimi, İstanbul, Türkiye
ORCID: 0000-0001-9041-6082
Doç. Dr. Handan ÖZCAN
Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ebelik Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye
ORCID: 0000-0002-7131-1856

ÖZET

Doğum süreci, kadınlar için hem fiziksel hem de psikolojik açıdan önemli bir deneyim olup, uygulanan girişimler doğum yapan kadının kaygı düzeyini etkileyebilmektedir. Bu bağlamda, bu çalışma epizyotomi uygulanan doğumlarda kullanılan nonfarmakolojik müdahalelerin kaygı düzeyi üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

Sistematik derleme ve meta-analiz niteliğindeki bu çalışmada, Mayıs-Temmuz 2025 tarihleri arasında PubMed, Web of Science, EBSCOhost, Google Akademik ve YÖK Tez Merkezi veri tabanları, son beş yıl ile sınırlandırılarak taranmıştır. Belirlenen dâhil edilme ve dışlanma kriterleri doğrultusunda yapılan değerlendirmeler sonucunda toplam altı araştırma çalışmaya dâhil edilmiştir. Elde edilen veriler meta-analiz ve öyküsel sentez yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir.

Çalışma bulgularına göre, epizyotomi uygulanan kadınlara yönelik nonfarmakolojik müdahalelerin kaygı düzeyini azaltmada anlamlı bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir (SMD: 0,991; %95 GA: 0,571–1,411; $Z = 4,626$; $p < 0,001$). Ayrıca, çalışmalar arasında yüksek düzeyde heterojenlik tespit edilmiştir ($I^2 = \%87,734$).

Elde edilen bulgular, epizyotomi sırasında uygulanan nonfarmakolojik müdahalelerin bireylerin kaygı düzeylerini anlamlı ölçüde azaltmada etkili olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Epizyotomi, kaygı, nonfarmakolojik müdahale, meta analiz

THE EFFECT OF NONPHARMACOLOGICAL METHODS USED DURING EPISIOTOMY ON ANXIETY: A META-ANALYSIS STUDY

ABSTRACT

Childbirth is a significant experience for women both physically and psychologically, and the interventions applied during this process may influence maternal anxiety levels. In this context, this study was conducted to determine the effect of nonpharmacological interventions used in births involving episiotomy on anxiety levels.

This study was designed as a systematic review and meta-analysis. Between May and July 2025, the PubMed, Web of Science, EBSCOhost, Google Scholar, and the National Thesis Center of the Council of Higher Education databases were searched, limited to studies published within the last five years. Following the evaluation based on predefined inclusion and exclusion criteria, a total of six studies were included in the analysis. The obtained data were analyzed using meta-analysis and narrative synthesis methods.

According to the study findings, nonpharmacological interventions applied to women who underwent episiotomy had a statistically significant effect on reducing anxiety levels (SMD: 0.991; 95% CI: 0.571–1.411; $Z = 4.626$; $p < 0.001$). In addition, a high level of heterogeneity was identified among the included studies ($I^2 = 87.734\%$).

The findings indicate that nonpharmacological interventions applied during episiotomy are effective in significantly reducing individuals anxiety levels.

Keywords: Episiotomy, anxiety, nonpharmacological intervention, meta-analysis

İKLİM KRİZİ VE ARTAN ÇEVRESEL STRESİN ÜREME SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ VE EBELERİN ROLLERİ

Ph. D. Sümeyye KÖSE
Pendik İlçe Sağlık Müdürlüğü, Kanser Birimi, İstanbul, Türkiye
ORCID: 0000-0001-9041-6082

ÖZET

İklim değişikliği, hem kısa hem de uzun vadeli etkileriyle günümüzün en önemli küresel sağlık sorunlarından biri olarak ortaya çıkmakta ve özellikle çevresel değişimlere uyum sağlama kapasitesi düşük olan savunmasız nüfus gruplarını derinden etkilemektedir. Artan sıcaklıklar, şiddetli hava olayları, kuraklık, sel ve hava kirliliği gibi çevresel faktörler; üreme sağlığını doğrudan ya da dolaylı biçimde etkileyerek kadınların, erkeklerin ve yenidoğanların sağlık sonuçlarında anlamlı bozulmalara yol açmaktadır. Bu etkiler, erken doğum, düşük, üreme hücrelerinde hasar, doğurganlık kapasitesinin azalması ve yardımcı üreme yöntemlerinde başarı oranlarının düşmesi gibi çeşitli sağlık sonuçlarıyla ilişkilendirilmektedir.

İklim değişikliğinin üreme sağlığı üzerindeki biyolojik ve toplumsal çok boyutlu etkileri, disiplinler arası işbirliği gerektiren kapsamlı stratejiler geliştirilmesini zorunlu kılmaktadır. Sağlık sistemlerinin çevresel değişimlere karşı dayanıklılığının artırılması, afet dönemlerinde koruyucu yaklaşımların güçlendirilmesi ve toplumsal farkındalığın artırılması, hem bireysel sağlığın korunması hem de uzun vadeli toplumsal sürdürülebilirliğin sağlanması açısından önem taşımaktadır. Bu makale, iklim değişikliğinin üreme sağlığı üzerindeki bilimsel bulgularını özetlemeyi, bu alandaki farkındalığı artırmayı ve ebelerin sürece yönelik kritik rollerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: İklim krizi, üreme sağlığı, çevresel faktörler, ebelik

THE EFFECTS OF THE CLIMATE CRISIS AND INCREASING ENVIRONMENTAL STRESS ON REPRODUCTIVE HEALTH AND THE ROLES OF MIDWIVES

ABSTRACT

Climate change has emerged as one of the most significant global health challenges of our time, with both short- and long-term impacts, and it disproportionately affects vulnerable populations with limited capacity to adapt to environmental changes. Environmental factors such as rising temperatures, extreme weather events, droughts, floods, and air pollution directly or indirectly influence reproductive health, leading to significant deterioration in health outcomes for women, men, and newborns. These effects have been associated with various adverse outcomes,

including preterm birth, miscarriage, damage to reproductive cells, reduced fertility potential, and decreased success rates of assisted reproductive technologies.

The multifaceted biological and social impacts of climate change on reproductive health necessitate the development of comprehensive strategies that require interdisciplinary collaboration. Strengthening the resilience of health systems to environmental changes, enhancing preventive approaches during disaster periods, and increasing public awareness are crucial for protecting individual health and ensuring long-term societal sustainability. This article aims to summarize the scientific evidence on the effects of climate change on reproductive health, raise awareness in this field, and evaluate the critical roles of midwives in this process.

Keywords: Climate crisis, reproductive health, environmental factors, midwifery

Giriş

İklim krizini, 21. yüzyılın en ciddi küresel halk sağlığı sorunu olarak değerlendirilmektedir (Lancet, 2024). Sağlık hizmetlerine erişimde engellerle karşılaşan topluluklar, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine en fazla maruz kalan gruplar arasında yer almakta ve bu durum ülke içi ve uluslararası sağlık eşitsizliklerini daha da arttırmaktadır (Pachauri et al., 2014).

Artan iklim kaynaklı afetler, seller, orman yangınları, kasırgalar ve aşırı sıcaklar gibi hem kısa hem de uzun vadede maternal ve yenidoğan sağlığında ciddi olumsuz etkiler yaratmakta olup; erken doğumlar, abortus ve düşük doğum ağırlıklı yenidoğanlarla ilişkilendirilmektedir (Yang et al., 2024; Sun et al., 2020). Bu afetler, sağlık hizmetlerine erişimi zorlaştırmak ve kalitesini bozarak, planlanmamış uygun olmayan koşullardaki doğumları artırmakta ve maternal ile neonatal sağlık sonuçlarının bozulmasına neden olmaktadır (World Health Organization, 2023). Ayrıca kadınlar ve kız çocukları gibi dezavantajlı grupların, iklim olayları sonucunda gıda güvensizliği, yerinden edilme ve ekonomik zorluklarla karşı karşıya kalma olasılığı daha da artmaktadır (UN Women, 2022). Buna ek olarak afetler, cinsiyete dayalı şiddete maruz kalma riskini de artmaktadır (van Daalen et al., 2022).

Mevcut kanıtlar, iklim değişikliğine bağlı çevresel faktörlerin hem erkek hem de kadın üreme sağlığı üzerinde olumsuz etkileri olduğunu göstermektedir. Aşırı sıcaklıklar, hava kirliliği ve diğer iklimle ilişkili stresörlerin hem erkeklerde sperm kalitesi ve sperm parametreleri üzerinde olumsuz etkiler yarattığı hem de kadınlarda infertilite, gebe kalma güçlüğü ve olumsuz gebelik sonuçları ile ilişkili olduğu bildirilmektedir (Papadiochou et al., 2024; Segal &, Giudice 2022). Bu bulgular iklim krizinin fertilite süreçleri ve genel üreme kapasitesi üzerinde önemli bir

çevresel belirleyici olduğunu ortaya koymaktadır.

İklim Krizinin Üreme Sağlığı Üzerine Etkileri

İklim krizine bağlı çevresel değişikliklerin üreme sağlığını üzerine olumsuz etkilerine ilişkin araştırmalar son yıllarda giderek artmaktadır. Literatürde kadın üreme sağlığına ilişkin çevresel faktörler incelendiğinde, partikül madde (PM) maruziyeti ve hava kirliliğinin, kadınlarda yumurtalık rezervi ve İn Vitro Fertilizasyon (IVF) sonuçları üzerinde olumsuz etkiler yaratabildiği saptanmıştır (Papadiochou et al., 2024). Bu bağlamda incelenen çalışmalarda, ana yollara yakın yaşayan çiftlerde gebe kalma süresinin daha uzun olduğunu ve infertilite risklerinin daha yüksek olduğunu gözlemlemiştir (Mendola et al., 2017). Ayrıca PM2.5 maruziyetinin azalmış antral folikül sayısı (AFC) ile ilişkili olduğu (Gaskins et al., 2019) ve intrauterin dizel egzozu PM2.5 maruziyetinin farelerde yumurtalık rezervini azalttığı ve üreme ömrünü kısalttığı saptanmıştır (Ogliari et al., 2013).

Erkek üreme sağlığı ile ilgili araştırmalar incelendiğinde ise, hava kirliliği ve çeşitli çevresel stres faktörlerinin üreme sağlığı üzerinde olumsuz etkiler oluşturabileceğini vurgulanmaktadır. Özellikle PM, azot oksitler (NOx), kükürt dioksit (SO_2) ve benzeri hava kirleticilere uzun süreli maruziyetin testis fonksiyonlarını ve spermatogenezi bozduğu bildirilmiştir. Dizel egzoz kaynaklı PM2.5'e kronik maruziyetin farelerde spermatogenezi olumsuz etkilediği, sperm sayısı ve hareketliliğinde anlamlı azalmalar meydana geldiği rapor edilmiştir (Yang et al., 2020). Benzer şekilde, yüksek düzeyde kükürt dioksit (SO_2) ve NOx gibi hava kirleticilerine yüksek maruziyetin, infertilite sorunu yaşayan erkeklerde testis hacminin küçülmesi ve sperm kalitesinin bozulmasıyla ilişkili olduğunu bildirmiştir (Chen et al., 2020). Bunun yanı sıra, çevresel kirleticilerin yalnızca sperm sayısı ve morfolojisi üzerinde değil, aynı zamanda sperm epigenetiği üzerinde de etkili olduğu gösterilmiştir. Simüle edilmiş orman yangını dumanına uzun süreli maruziyetin erkek farelerde sperm DNA metilasyonunda yaygın değişikliklere yol açtığını ortaya konulmuştur (Schuller et al., 2021). Bu bulgular, hava kirliliği ve çevresel stresin yalnızca sperm sayısı ve hareketliliğini değil, aynı zamanda testis morfolojisini ve genetik/ epigenetik bütünlüğü de bozarak erkek fertilitesini ciddi biçimde etkileyebileceğini göstermektedir.

İklim değişikliği kapsamında ortaya çıkan önemli stres faktörlerinden biri olan sıcaklık artışının, üreme sağlığı üzerinde olumsuz etkiler yarattığı bildirilmektedir. Bu bağlamda, kadınlarda son üç ayda yüksek ortam sıcaklıklarının Antral Folikül Sayısı ile ters ilişkili olduğunu ve bunun üreme yaşlanmasını hızlandırabileceğini göstermiştir (Gaskins et al., 2021). Hayvan deneylerinde yapılan çalışma da, skrotal ısı stresinin sperm canlılığı, hareketliliği ve

DNA bütünlüğünü bozduğunu ve uzun vadeli erkek üreme sorunlarına yol açabileceğini ortaya koymuştur. Bu tür ısı stresine maruz kalmış spermlerle elde edilen embriyoların cinsiyet oranında değişiklik gözlemlenmiş, erkek çocuk doğum oranının azaldığı bildirilmiştir (Pérez-Crespo et al., 2008). Bu bulgular, hem hava kirliliği hem de artan sıcaklık gibi iklim krizine bağlı çevresel stres faktörlerinin kadın ve erkek üreme sağlığını olumsuz etkileyebileceğini, IVF başarısı düşürebileceğini ve potansiyel olarak kuşaklar arası üreme sağlığı sorunlarına yol açabileceğini göstermektedir.

İklim Kriziyle Mücadelede Ebelerin Rolü

İklim değişikliği, sağlık sistemleri üzerinde giderek artan bir baskı oluştururken, küresel sağlık işgücünün büyük bir bölümünü oluşturan kadınlar ve ön saflarda görev yapan sağlık profesyonelleri bu etkileri doğrudan deneyimlemektedir. Bu durum, iklim dayanıklılığı ve müdahale stratejilerinde, kadınların sağlığı ile haklarına odaklanan feminist ve eşitsizlikleri gözeten bir yaklaşımın gerekliliğini ortaya koymaktadır (Lancet, 2024).

Uluslararası Ebeler Konfederasyonu (ICM) ve İnsan Hakları İzleme Örgütü, sera gazı emisyonlarının azaltılması ve sağlık sistemlerinin iklim krizine dayanıklı hâle getirilmesi için acil eylem çağrısında bulunmuştur. Hükümetlerin; çevresel etkileri minimize eden, sürdürülebilir ve iklim değişikliğine uyumlu sağlık sistemleri geliştirmesi, aynı zamanda kadınlar, yenidoğanlar ve savunmasız bireyler için temel sağlık hizmetlerinin sürekliliğini sağlaması zorunlu görülmektedir. Bununla birlikte, birçok ülkede özellikle kırılgan toplulukları kapsayan kapsamlı iklim ve sağlık politikalarının yetersiz olduğu bildirilmektedir (ICM, 2024; Partnership for Maternal, Newborn and Child Health, 2023).

Uluslararası Ebeler Konfederasyonu, 2024 yılı temasını "**Ebeler: Hayati Bir İklim Çözümü**" olarak belirleyerek, ebelik mesleğinin iklim değişikliğiyle mücadeledeki stratejik önemine dikkat çekmiştir (ICM, 2024). Ebeler, iklim krizinin toplum sağlığı üzerindeki etkilerini doğrudan gözlemleyebilen sağlık profesyonelleri olarak, iklim krizi ve değişimlerin farkındalığının ebelik eğitimine ve klinik uygulamalara entegre edilmesinde kilit rol üstlenmektedir (ICM, 2024; McKinnon et al., 2022; Anderson, 2023). Ebelerin rolleri yalnızca klinik bakım ile sınırlı kalmayıp; afet yönetimi ve iklimle ilişkili acil durumlarda cinsiyete duyarlı yaklaşımların savunulması, toplumsal dayanıklılığın artırılması ve çevresel sürdürülebilirliğin desteklenmesini de kapsamaktadır (ICM, 2024).

Ayrıca ebeler; yenilenebilir enerji kullanımının teşvik edilmesi, sağlık tesislerinde temiz ulaşım seçeneklerinin savunulması ve çevre dostu uygulamaların yaygınlaştırılması yoluyla sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik girişimlerde aktif savunuculuk rolü üstlenebilmektedirler (Ganapathy et al., 2024; Levett-Jones et al., 2024).

İklim Krizi Sürecinde Ebelerin Üreme Sağlığı Hizmetlerindeki Rolleri

İklim değişikliği; gebelik, doğum, doğum sonu dönem, yenidoğan sağlığı ve cinsel-üreme sağlığı hizmetleri üzerinde doğrudan ve dolaylı riskler oluşturmaktadır. Aşırı hava olayları, bulaşıcı hastalıkların artışı, gıda ve su güvensizliği ile ruh sağlığı sorunları, özellikle kadınlar ve kız çocukları için üreme sağlığı eşitsizliklerini derinleştirmektedir (ICM, 2024).

Üreme sağlığı hizmetlerinde ön saflarda görev alan ebeler, iklime dayanıklı sağlık sistemlerinin geliştirilmesi sürecinde temel aktörler olarak değerlendirilmektedir. Sürdürülebilir enerji kullanan sağlık tesislerinin yaygınlaştırılması, anne, yenidoğan, çocuk ve ergen sağlığı hizmetlerinin iklim adaptasyon planlarına entegre edilmesi ve bu hizmetlere güvenli erişimin sağlanması ebelerin katkı sunduğu başlıca alanlardır (ICM, 2024; Ganapathy et al., 2024). Ebeler, iklim krizine bağlı sağlık risklerine, bulaşıcı hastalıklara ve ruh sağlığı sorunlarına karşı sağlık sistemlerinin dayanıklılığını artırmak amacıyla savunuculuk yapabilir; sağlık çalışanlarına ve kadınlara yönelik eğitim programları aracılığıyla iklim ve üreme sağlığı arasındaki ilişkiye dair farkındalığı artırabilirler (Lugten & Hariharan, 2022). Ayrıca kadınları karbon ayak izini azaltmaya yönelik davranış değişiklikleri konusunda bilgilendirmek, çevre dostu ürün ve uygulamalar konusunda rehberlik etmek ve sürdürülebilir yaşam biçimlerini teşvik etmek ebelerin önemli sorumlulukları arasında yer almaktadır (Bahri Khomami et al., 2021; Fan & Zlatnik, 2023). Sonuç olarak, ebelerin iklim krizine duyarlı yaklaşımlar doğrultusunda güçlendirilmesi; hem toplumsal dayanıklılığın artırılmasına hem de üreme sağlığı hizmetlerinin sürdürülebilirliğinin güvence altına alınmasına katkı sağlayacaktır (ICM, 2024).

Sonuç

İklim değişikliği, artan sıcaklıklar, hava kirliliği ve çevresel afetler yoluyla kadın ve erkek sağlığını doğrudan etkileyen önemli bir üreme sağlığı sorunu haline gelmiştir. Yumurtalık ve sperm hücrelerinde hasar, doğurganlığın azalması, gebelik komplikasyonları ve yenidoğan sağlığında olumsuz sonuçlar gibi etkiler, çevresel stresin giderek büyüyen bir sorun olduğunu göstermektedir. Bu etkiler özellikle dezavantajlı ve savunmasız gruplarda daha belirgin olduğundan, iklim değişikliği aynı zamanda toplumsal eşitsizlikleri derinleştiren bir halk sağlığı meselesi olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu süreçte ebeler, üreme sağlığı hizmetlerinde ön safta

yer almaları nedeniyle kritik bir role sahiptir. Ebelik uygulamalarında çevresel değişimlerin etkilerinin dikkate alınması, afet dönemlerinde koruyucu yaklaşımların güçlendirilmesi ve toplumun çevresel sürdürülebilirlik konusunda bilinçlendirilmesi önem taşımaktadır. Ebelerin aktif katılımıyla iklime dayanıklı sağlık sistemlerinin geliştirilmesi, hem bireylerin sağlığının korunmasına hem de toplumun uzun vadeli dayanıklılığının artırılmasına önemli ölçüde destek sağlayacaktır.

Kaynaklar

Anderson, R., Zaman, S. B., & Limmer, M. (2023). The Impact of Introducing Midwives and also Mentoring on the Quality of Sexual, Reproductive, Maternal, Newborn, and Adolescent Health Services in Low- and Middle-Income Countries: An Integrative Review Protocol. *Methods and protocols*, *6*(3), 48. https://doi.org/10.3390/mps6030048

Bahri Khomami, M., Walker, R., Kilpatrick, M., de Jersey, S., Skouteris, H., & Moran, L. J. (2021). The role of midwives and obstetrical nurses in the promotion of healthy lifestyle during pregnancy. *Therapeutic advances in reproductive health*, 15. https://doi.org/10.1177/26334941211031866

Chen, Y. A., Chang, Y. K., Su, Y. R., & Chang, H. C. (2020). Ambient sulfur dioxide could have an impact on testicular volume from a observational study on a population of infertile male. *BMC urology*, *20*(1), 149. https://doi.org/10.1186/s12894-020-00710-6

Fan, W., & Zlatnik, M. G. (2023). Climate Change and Pregnancy: Risks, Mitigation, Adaptation, and Resilience. *Obstetrical & Gynecological Survey*, 78(4), 223–236. https://doi.org/10.1097/OGX.0000000000001116

Ganapathy, D., Tzeli, M., & Vivilaki, V. (2024). Midwives: Essential guardians in the climate crisis journey. *European journal of midwifery*, *8*. https://doi.org/10.18332/ejm/188196

Gaskins, A. J., Mínguez-Alarcón, L., Fong, K. C., Abdelmessih, S., Coull, B. A., Chavarro, J. E., Schwartz, J., Kloog, I., Souter, I., Hauser, R., & Laden, F. (2019). Exposure to Fine Particulate Matter and Ovarian Reserve Among Women from a Fertility Clinic. *Epidemiology (Cambridge, Mass.)*, *30*(4), 486–491. https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000001029

Gaskins, A. J., Mínguez-Alarcón, L., VoPham, T., Hart, J. E., Chavarro, J. E., Schwartz, J., Souter, I., & Laden, F. (2021). Impact of ambient temperature on ovarian reserve. *Fertility and sterility*, *116*(4), 1052–1060. https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2021.05.091

International Confederation of Midwives (2024). Interlocked: Midwives and the climate crisis. The Hague: *International Confederation of Midwives*; 2024. https://internationalmidwives.org/resources/interlocked-midwives-and-climate/. Erişim Tarihi: 15.10.2025

Lancet (2024). The 2024 global report of the Lancet Countdown on health and climate change. https://lancetcountdown.org/2024-report/. Erişim Tarihi:27.10.2025.

Levett-Jones, T., Bonnamy, J., Cornish, J., Correia Moll, E., Fields, L., Moroney Oam, T., Richards, C., Tutticci, N., & Ward, A. (2024). Celebrating Australian nurses who are pioneering the response to

climate change: a compilation of case studies. *Contemporary nurse*, *60*(3), 234–246. https://doi.org/10.1080/10376178.2024.2336230

Lugten, E., & Hariharan, N. (2022). Strengthening Health Systems for Climate Adaptation and Health Security: Key Considerations for Policy and Programming. *Health security*, *20*(5), 435–439. https://doi.org/10.1089/hs.2022.0050

McKinnon, S., Breakey, S., Fanuele, J. R., Kelly, D. E., Eddy, E. Z., Tarbet, A., ... & Ros, A. M. V. (2022). Roles of health professionals in addressing health consequences of climate change in interprofessional education: A scoping review. *The Journal of Climate Change and Health*, *5*, 100086. 10.1016/j.joclim.2021.100086

Mendola, P., Sundaram, R., Louis, G. M. B., Sun, L., Wallace, M. E., Smarr, M. M., Sherman, S., Zhu, Y., Ying, Q., & Liu, D. (2017). Proximity to major roadways and prospectively-measured time-to-pregnancy and infertility. *The Science of the total environment*, *576*, 172–177. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.10.038

Ogliari, K. S., Lichtenfels, A. J., de Marchi, M. R., Ferreira, A. T., Dolhnikoff, M., & Saldiva, P. H. (2013). Intrauterine exposure to diesel exhaust diminishes adult ovarian reserve. *Fertility and sterility*, *99*(6), 1681–1688. https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2013.01.103

Pachauri, R. K., Allen, M. R., Barros, V. R., Broome, J., Cramer, W., Christ, R., ... & van Ypserle, J. P. (2014). Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (p. 151). Ipcc.https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/. Erişim Tarihi: 10.10.2025.

Papadiochou, A., Diamanti, A., Metallinou, D., Georgakopoulou, V. E., Taskou, C., Kagkouras, I., & Sarantaki, A. (2024). Impact of Climate Change on Reproductive Health and Pregnancy Outcomes: A Systematic Review. *Cureus*, *16*(8), e68221. https://doi.org/10.7759/cureus.68221

Partnership for Maternal, Newborn and Child Health (PMNCH)(2023). Prioritizing women's, children's and adolescents' health in the climate crisis. https://pmnch.who.int/resources/publications/m/item/prioritizing-women-s-children-s-and-adolescents-health-in-the-climate-crisis. Erişim Tarihi: 16.10.2025

Pérez-Crespo, M., Pintado, B., & Gutiérrez-Adán, A. (2008). Scrotal heat stress effects on sperm viability, sperm DNA integrity, and the offspring sex ratio in mice. *Molecular reproduction and development*, *75*(1), 40–47. https://doi.org/10.1002/mrd.20759

Segal, T. R., & Giudice, L. C. (2022). Systematic review of climate change effects on reproductive health. *Fertility and sterility*, *118*(2), 215–223. https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2022.06.005

Schuller, A., Bellini, C., Jenkins, T. G., Eden, M., Matz, J., Oakes, J., & Montrose, L. (2021). Simulated Wildfire Smoke Significantly Alters Sperm DNA Methylation Patterns in a Murine Model. *Toxics*, *9*(9), 199. https://doi.org/10.3390/toxics9090199

Sun, S., Weinberger, K. R., Yan, M., Brooke Anderson, G., & Wellenius, G. A. (2020). Tropical cyclones and risk of preterm birth: A retrospective analysis of 20 million births across 378 US counties. *Environment international*, *140*, 105825. https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105825

UN Women. Explainer: how gender inequality and climate change are interconnected. 2022. https://www.unwomen.org/en/news-stories/explainer/2022/02/explainer-how-gender-inequality-and-climate-change-are-interconnected. Erişim Tarihi: 16.10.2025.

van Daalen, K. R., Kallesøe, S. S., Davey, F., Dada, S., Jung, L., Singh, L., Issa, R., Emilian, C. A., Kuhn, I., Keygnaert, I., & Nilsson, M. (2022). Extreme events and gender-based violence: a mixed-methods systematic review. *The Lancet. Planetary health*, *6*(6), e504–e523. https://doi.org/10.1016/S2542-5196(22)00088-2

World Health Organization (2023). Protecting maternal, newborn and child health from the impacts of climate change: a call for action. Geneva: WHO; 2023. https://www.who.int/publications/i/item/9789240085350. Erişim Adresi: 15.10.2025.

Yang, W., Xu, Y., Pan, H., Tian, F., Wang, Y., Xia, M., Hu, J., Yang, M., Tao, S., Sun, S., Kan, H., Li, R., Ying, Z., & Li, W. (2020). Chronic exposure to diesel exhaust particulate matter impairs meiotic progression during spermatogenesis in a mouse model. *Ecotoxicology and environmental safety*, *202*, 110881. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110881

Yang, Z., Huang, W., McKenzie, J. E., Yu, P., Wu, Y., Xu, R., Ye, T., Ju, K., Zhang, Y., Huang, Y., Guo, Y., & Li, S. (2024). The association of adverse birth outcomes with flood exposure before and during pregnancy in Australia: a cohort study. *The Lancet. Planetary health*, *8*(8), e554–e563. https://doi.org/10.1016/S2542-5196(24)00142-6

HEMŞİRELERE YÖNELİK TEMEL ELEKTROKARDİYOGRAFİ EĞİTİMİNİN ETKİNLİĞİ

Fatma İLTUŞ
Selçuk University, Kadir Yallagöz Health School, Department of Nursing, 42560 Akşehir, Konya
ORCID: 0000-0002-8734-3326
Yasemin TOKEM
İzmir Kâtip Çelebi University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, 35620 Çiğli, İzmir
ORCID: 0000-0001-9140-2846
Serdar BAYATA
İzmir Kâtip Çelebi University, Faculty of Medicine Cardiology Clinic, 35150 Karabağlar, İzmir
ORCID: 0000-0002-2186-1817

ÖZET

Amaç: Bu çalışma hemşirelere yönelik temel elektrokardiyografi eğitiminin etkinliğinin belirlenmesi amacıyla yapıldı. **Gereç ve Yöntem:** Ön test-son test deneysel tasarımlı araştırmanın evrenini İzmir ilinde yaşayan hemşireler oluşturdu. Temel EKG eğitimi duyurusu yapılarak eğitime katılmak isteyenlerin başvuruları online olarak alındı. Başvuru yapan hemşirelerin e-posta adreslerine Google formlar aracılığı ile anket gönderilerek sosyodemografik verilerine ek olarak EKG bilgi düzeyleri ve eğitimden beklentileri soruldu, bu anket sonucuna göre eğitim içeriği oluşturuldu. Eğitim altı saat sürdü, eğitim başlamadan önce ve eğitim bitince bilgi düzeyini ölçen 14'er soruluk anket doldurudu. Eğitime 80 hemşire katıldı, ön test anket formlarını 75 hemşire, son test anket formlarını 59 hemşire doldurdu. Veriler SPSS 22.0 paket programında analiz edildi. **Bulgular:** Araştırma bulgularına göre hemşirelerin yaş ortalaması 30.2 (min:20- max:52) yıl ve %88'i erkekti. Çalışmada ön test bilgi puanı ortalamasının 6.35 ve son test bilgi puanı ortalamasının 8.39 olduğu saptandı. Eğitim sonunda araştırmaya katılan hemşirelerin son test bilgi puanlarının ön test bilgi puanlarına göre istatistiksel olarak anlamlı derecede arttığı saptandı ($p<0.05$). EKG eğitimi almayan hemşirelerin son testte bilgi düzeyi artışı daha fazlaydı. Yoğun bakım hemşirelerinin bilgi düzeyindeki artış diğer birimlerdeki hemşirelere göre daha düşük düzeydeydi. EKG bilgi düzeylerini orta ve az olarak tanımlayan hemşirelerin bilgi düzeyindeki artış, EKG bilgisini iyi olarak tanımlayanlara göre daha yüksek düzeydeydi. **Sonuç:** Hemşirelere yönelik temel EKG eğitiminin etkili olduğu saptandı. Hemşirelik lisans eğitiminde elektrokardiyografi eğitimleri verilmeli ve mezuniyet sonrasında hem elektrodları doğru yerleştirme hem de EKG yorumlayabilme yönünden düzenli aralıklarla tekrarlanan hizmet içi eğitimlerle desteklenmelidir.

Anahtar Kelimeler: Eğitim, Elektrokardiyografi, Hemşirelik

EFFECTIVENESS OF BASIC ELECTROCARDIOGRAPHY TRAINING FOR NURSES

ABSTRACT

Purpose: This study aimed to determine the effectiveness of basic electrocardiography (ECG) training for nurses. **Materials and Methods:** This pre-test-post-test experimental study included nurses living in Izmir. An announcement for basic ECG training was made, and applications were collected online from those willing to participate. A survey was sent via Google Forms to the e-mail addresses of the applicants, gathering their sociodemographic data, ECG knowledge levels, and expectations from the training. The training content was structured based on the survey results. The training lasted six hours, and a 14-question survey assessing knowledge levels was administered both before and after the training. A total of 80 nurses participated; 75 completed the pre-test survey, and 59 completed the post-test survey. Data was analyzed using the SPSS 22.0 software. **Findings:** The nurses' mean age was 30.2 years (min: 20, max: 52), and 88% were male. The average pre-test knowledge score was 6.35, while the post-test knowledge score was 8.39. The post-test scores showed a statistically significant increase compared to the pre-test scores ($p<0.05$). Nurses who had not previously received ECG training showed a greater increase in their post-test scores. However, the increase in knowledge levels among intensive care nurses was lower compared to those working in other units. Additionally, nurses who rated their ECG knowledge as moderate or low showed a greater improvement than those who considered their knowledge to be good. **Conclusion:** The study demonstrated that basic ECG training for nurses was effective. It is recommended that electrocardiography training be integrated into nursing undergraduate curricula and reinforced through regular in-service training after graduation, focusing on both correct electrode placement and ECG interpretation.

Keywords: Training, Electrocardiography, Nursing.

1. GİRİŞ

Elektrokardiyografi (EKG) kalbin elektriksel uyarılarının deri üzerine yerleştirilen elektrotlar aracılığıyla kaydedildiği noninvaziv ve hızlı bir tanı yöntemidir (Hall ve Guyton, 2013). EKG ile ritim bozuklukları, kardiyak iskemiler, hipertrofiler, ileti bozuklukları ve elektrolit dengesizlikleri gibi kardiyak sorunlar saptanabilir (Terry ve Weaver, 2011). Elektrokardiyografide kullanılan elektrotların yanlış yerleşimi veya yanlış teması elektrokardiyografik değişikliklere neden olabilir. Artefaktlar farklı patolojileri taklit edebilir.

Sonuçta bu durumlar klinik karar vermeyi ve tedaviyi etkileyebilir ve yanlış tanı konulması gibi olumsuz sonuçlar doğurabilir. Gereksiz tetkikler ve tedavilere, gerekli tedavinin alınamamasına veya gecikmesine yol açabilir (Harrigan vd., 2012). Göğüs derivasyonlarının yerleşimindeki 2cm'lik bir normalden sapma EKG dalga morfolojisini değiştirmektedir (Kania vd., 2013). Bond ve arkadaşlarının çalışmasında 75 hastanın 8'inde yanlış elektrot yerleşimi nedeniyle hatalı akut ST elevasyonlu miyokard infarktüsü tanısı konulduğu; yanlış yerleşimden en çok etkilenen elektrotların V1. V2 ve V4 olduğu bildirilmiştir. Yanlış elektrot yerleştirilmesinin %17-24 oranında yanlış tanı konulmasıyla sonuçlandığı bildirilmiştir (Bond vd., 2012). Elektrokardiyografi çekimi ve hastanın monitörizasyon işlemlerinin genellikle hemşirelerin yaptığı işlemler olması nedeniyle riskli olaylar ilk hemşireler tarafından fark edilmektedir. Bu durum hemşirelere kardiyak acillere ilişkin belirti ve bulguların erken tanınması, acil girişimlerin uygulanması, malzeme ve ilaç hazırlanmasında önemli sorumluluklar yüklemektedir (Doğan ve Melek, 2012). Her hemşire, normal sinüs ritmi, sinüs taşikardisi, atriyal fibrilasyon, atriyal flutter, kalp blokları, ventriküler fibrilasyon ve sistol gibi temel elektrokardiyogram (EKG) ritimlerini tanıyabilmelidir (Atwood ve Wadlund, 2015). Acil birimlerde ve yoğun bakımlarda bakım verilen hastaların durumlarının kritik olması nedeniyle hemşirelerin monitörde kardiyak ritim izlemi, doğru EKG çekme ve yorumlayabilmeleri; riskli kardiyak problemlerin belirlenmesi, yapılacak girişimler hakkında karar verilmesi ve girişimlerin uygulanması sırasında büyük önem taşımaktadır (Ünsar, 2017). EKG ritimlerini belirleme ve bunların kalbin elektriksel işleviyle ve hastalar için olan etkileriyle nasıl ilişkili olduğunu anlama becerisi tüm hemşireler için hem değerli hem de gerekli becerilerdir. EKG ritimlerini güvenle tanımlayabilmek ve EKG yorumlamadaki yetkinliklerini artırmak için en önemli öğrenme aracı çokça ve sürekli EKG yorumlamaktır (Landrum, 2014). Bu çalışmanın amacı; hemşirelere verilen EKG eğitiminin bu konudaki bilgi düzeyleri üzerine etkisini ve etkileyen faktörleri incelemektir.

2. MATERYAL VE METOT

Araştırmanın amacı ve türü: Hemşirelere verilen EKG eğitiminin bu konudaki bilgi düzeyleri üzerine etkisini ve etkileyen faktörleri inceleme amacıyla yapılan bu araştırma, tek gruplu ön test-son test, zayıf deneysel tasarımdadır.

Araştırmanın yeri ve zamanı: Çalışma 1 Mart-15 Mayıs 2019 tarihleri arasında yürütüldü, eğitim 15 Mayıs 2019 tarihinde İzmir'de bir eğitim ve araştırma hastanesinin konferans salonunda yapıldı.

Araştırmanın evren ve örneklemi: Araştırma evrenini İzmir ilindeki sağlık kurumlarında çalışan hemşireler oluşturdu. Eğitime 80 hemşire katıldı, ön test anket formlarını 75 hemşire son test anket formlarını 59 hemşire doldurdu.

Veri toplama araçları: Çalışmanın verileri "Katılımcı bilgi formu" ve "Ön test- son test EKG anket formu" ile toplandı.

Katılımcı bilgi formu: Katılımcıların sosyodemografik ve mesleki özelliklerini içeren ve literatür taranarak araştırmacılar tarafından oluşturulan 8 soruluk bir formdur.

Ön test- son test EKG anket formu: Katılımcıların EKG bilgi düzeylerini eğitim öncesi ve sonrası saptamak amacıyla literatür taranarak araştırmacılar tarafından oluşturulan ve verilecek EKG eğitiminin içeriğine göre hazırlanmış 14 soruluk bir anket formudur. Ankette ilk soru göğüs derivasyonlarının anatomik olarak doğru yerlere yerleştirilmesi için V1-V2-V3-V4-V5-V6 elektrot yerleşiminin işaretlenmesi istenen bir anatomik anterior göğüs resmiydi. Ankette 2-13. sorular eğitim içeriğinde anlatılan konulara göre hazırlanmış çoktan seçmeli (4 seçenekli) EKG şeritlerinden oluşmaktaydı. EKG elektrotlarının doğru yerleşiminin önemini soran açık uçlu 14. soruyu yanıtlayan katılımcı olmadığı için soru iptal edildi. Test skorlarının değerlendirilmesinde her soru 1 puan olarak tanımlandı.

Veri toplama yöntemi

İzmir'de bulunan hastanelere temel EKG eğitimi duyurusu yapılarak eğitime katılmak isteyenlerin başvuruları online olarak alındı. Başvuru yapan hemşirelerin e-posta adreslerine Google formlar aracılığı ile anket gönderilerek sosyodemografik ve mesleki verilerine ek olarak EKG bilgi düzeylerini başlangıç/az-orta-ileri düzey olarak belirtmeleri ve eğitimden beklentileri soruldu, bu anket sonuçlarına göre eğitim içeriği oluşturuldu. Elektrokardiyografi eğitimi altı saat sürdü, eğitim başlamadan önce katılımcı bilgi formu, eğitim öncesi ve sonrası EKG bilgi düzeyini ölçen 14 soruluk anket dolduruldu, anketlerin doldurulma süresi 10-15 dakikaydı.

Temel EKG Eğitimi: Katılımcıların elektrokardiyografi bilgi düzeyi ve eğitimden beklentilerine uygun olarak içeriği düzenlendi. Eğitim başlamadan önce tanışma aşamasında beklentileri tekrar dinlendi. Eğitimciler bir kardiyolog ile acil servis ve kardiyoloji yoğun bakım ünitesi klinik deneyimi olan iç hastalıkları hemşireliği alanında uzman iki hemşire akademisyenden oluşmaktaydı. Eğitim öğle arası hariç 6 saat sürdü. Katılımcıların eğitime aktif katılımı ve soru sorması desteklendi.

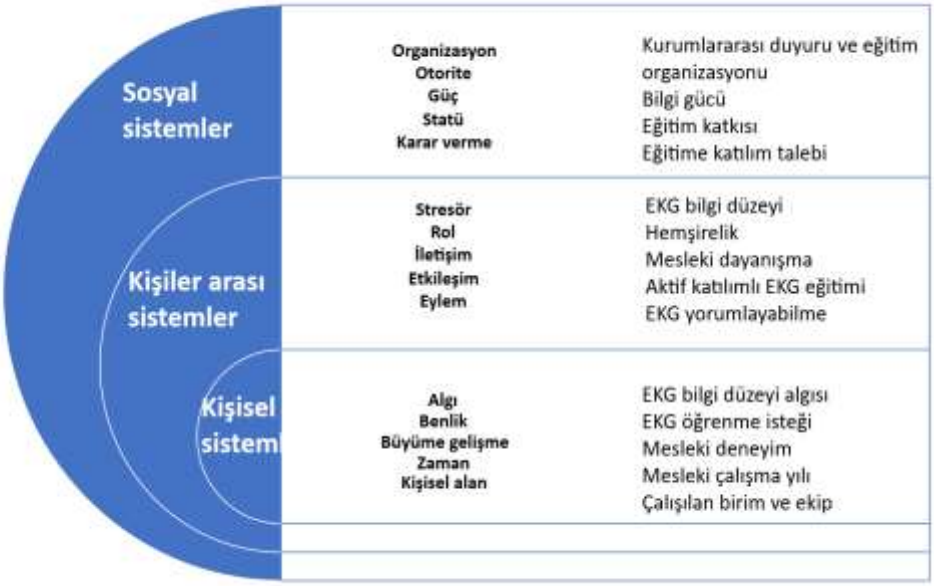
Eğitim konuları

- Kalbin ileti sistemi ve EKG dalgaları
- Doğru EKG çekimi ve elektrotların yerleşiminin önemi
- Sinüs ritimleri (normal sinüs ritmi, sinüs taşikardisi, sinüs bradikardisi)
- Disritmiler (atriyal ve kavşak disritmiler, AV Bloklar)
- Akut koroner sendromlarda EKG özellikleri
- Periarrest ritimler (Şoklanabilen ve şoklanmayan)

Araştırmanın etik yönü: Çalışmaya başlamadan önce İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu'ndan etik izin alındı (Tarih: 20.02.2019 Sayı: 91). Etik kurul onayı alınmasını takiben eğitim yapılacak olan hastane başhekimliğinden kurum izni alındı. Çalışmaya katılan hemşirelerden bilgilendirilmiş onam alındı.

Verilerin analizi: Verilerin analizinde tanımlayıcı istatistikler frekans, yüzde, ortalama, standart sapma değerleri saptandı. Bilgi ifadelerinin tutarlılığının incelenmesinde Kuder-Richardson KR-21 testi, ön ve son test bilgi düzeylerinin farklılığının incelenmesinde Wilcoxon işaret testi kullanıldı. Katılımcıların demografik ve mesleki özelliklerine göre gelişim düzeylerindeki farklılığının incelenmesi amacı ile Mann Whitney U ve Kruskall Wallis testi kullanıldı. Gelişim düzeyleri ile yaş, kıdem, eğitimden beklenti ve EKG eğitimi alma süresi arasındaki ilişkilerinin incelenmesi için Spearman korelasyon analizi yapıldı. Çalışmada 0.05'ten küçük p değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Analizler SPSS 22.0 programı kullanılarak yapıldı.

Çalışmanın kuramsal yönü: Çalışma öncesi organizasyon, araştırmanın ve eğitimin planlaması, eğitim içeriği ve eğitim yöntemleri Imogene King'in Amaca Ulaşma Kuramına dayandırılarak yapılandırıldı (Şekil 1) (King, 1981).



Şekil 1. Imogene King-Amaca Ulaşma Kuramına Dayalı EKG Eğitimi Kuramsal Yapısı

3. BULGULAR

Çalışmada, ön testte 75 son testte 59 katılımcı anket formlarını doldurdu. Katılımcıların yaş ortalaması 30.86±8.43 (min 20- max 52) yıl ve hemşire olarak çalışma süresi ortalaması 9.18±8.99 yıldı. Çalışmada katılımcıların büyük çoğunluğu (%88) kadındı ve yarısından fazlası (%56) lisans mezunu hemşirelerden oluşmaktaydı. Katılımcıların %28'i eğitime dış kurumlardan katıldı. Katılımcıların %34.7'si yoğun bakım hemşiresiydi. Katılımcıların %72'si daha önce EKG konusunda eğitim almadıklarını belirtti. Katılımcıların %64'ü EKG konusundaki bilgi düzeylerinin az olduğunu düşündüğünü ifade etti (Tablo 1).

Tablo 1. Katılımcıların Sosyodemografik Özellikleri

		n:75	%
Cinsiyet	Erkek	9	12.0%
	Kadın	66	88.0%
Eğitim	Lise	4	5.3%
	Önlisans	9	12.0%
	Lisans	42	56.0%
	Lisansüstü	20	26.7%
Kurum	Kurum İçi	54	72.0%
	Kurum Dışı	21	28.0%
Çalışılan Birim	YB Ünitesi	26	34.7%
	Diğer Birimler	49	65.3%
EKG Eğitimi Alma Durumu	Evet	21	28.0%
	Hayır	54	72.0%
EKG Bilgi Düzeyi Algısı	Az	48	64.0%
	Orta	23	30.7%
	İyi	4	5.3%

Çalışmaya katılan hemşirelerden yalnızca %8'i ön testte EKG elektrodlarının anatomik yerleşimini doğru olarak yanıtladı. En çok doğru yanıt verilen soru (%60 doğru) ise elektrodların üst ekstremite derivasyonları ters bağlandığında oluşan EKG görseliydi. Çalışmada soru 1-2-3-7-10-12 -13 için son test puanlarının ön teste göre anlamlı düzeyde yüksek ve aradaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptandı ($p<0.05$). Ancak 4-5-6-8-9-11. sorular için ön test ve son test puanları istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği saptandı ($p>0.05$) (Tablo 2).

Tablo 2. Ön Test- Son Test Puanlarının Karşılaştırılması

Puan	Ön test X±s.s.	Son test X±s.s.	p
Soru 1	0.08±0.27	0.36±0.48	0.01*
Soru 2	0.39±0.49	0.71±0.46	0.01*
Soru 3	0.32±0.47	0.59±0.55	0.01*
Soru 4	0.67±0.47	0.73±0.45	0.36
Soru 5	0.83±0.38	0.80±0.40	0.67
Soru 6	0.69±0.46	0.69±0.46	0.99
Soru 7	0.60±0.49	0.71±0.46	0.04*
Soru 8	0.40±0.50	0.59±0.55	0.24
Soru 9	0.51±0.51	0.60±0.49	0.24
Soru 10	0.47±0.52	0.80±0.40	0.01*
Soru 11	0.37±0.49	0.44±0.51	0.37
Soru 12	0.35±0.48	0.64±0.48	0.01*
Soru 13	0.59±0.5	0.73±0.45	0.03*
Total Bilgi	**6.35±2.85**	**8.39±3.84**	**0.01***

*0.05 düzeyinde anlamlı farklılık

Çalışmanın sonuçlarına göre erkek katılımcıların bilgi düzeylerindeki artış kadınlara göre daha az oranda gerçekleşti (p=0.01). Eğitim düzeyi ön lisans olan katılımcıların diğer gruplara göre bilgi düzeylerindeki artış daha azdı (p=0.02). Kurum içi ve kurum dışından eğitime katılan bireylerin bilgi düzeylerindeki gelişimlerin farklılık bulunmamaktaydı (p=0.09). Yoğun bakım hemşirelerinin gösterdiği bilgi düzeyi artışı diğer birimlerdeki hemşirelere göre daha düşük düzeylerdeydi (p=0.01). Daha önce EKG eğitimi almayan katılımcıların bilgi düzeyindeki artışın eğitim alan gruba göre daha yüksek düzeylerde olduğu saptandı (p=0.01). EKG bilgi düzeylerini orta ve az olarak değerlendiren katılımcıların bilgi düzeyi artışının bilgilerini iyi olarak değerlendiren gruba göre daha yüksek düzeylerde olduğu saptandı (p=0.01). Çalışmada katılımcıların yaşları, çalışma kıdemleri, daha önce aldıkları EKG eğitiminin süresi ve eğitimden beklentilerinin karşılanma düzeyleri ile bilgi artış düzeyleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmadı (p>0.05) (Tablo 3).

Tablo 3. Bilgi Puanlarına Etki Eden Değişkenlerin İncelenmesi

		Puan Artışı	p
		X±s.s.	
Cinsiyet	Erkek	-1.44±4.98	0.01*
	Kadın	2.52±3.79	
Eğitim	Lise	1.75±1.26	0.02*
	Önlisans	-0.22±4.94	
	Lisans	2.50±3.90	
	Lisansüstü	2.15±4.44	
Kurum	Kurum İçi	1.85±3.82	0.09
	Kurum Dışı	2.52±4.87	
Çalışılan Birim	YB Ünitesi	0.31±3.99	0.01*
	Diğer Birimler	2.96±3.92	
EKG Eğitimi Alma Durumu	Evet	1.38±3.35	0.01*
	Hayır	2.30±4.38	
EKG Bilgi Düzeyi Algısı	Az	2.56±4.26	0.01*
	Orta	2.75±0.5	
	İyi	0.83±4.01	

*0.05 düzeyinde anlamlı farklılık

4. TARTIŞMA

Hemşirelere yönelik temel EKG eğitimi katılımcıların bilgi düzeyinin artmasında etkiliydi. Eğitim sonrasında yedi soru için bilgi düzeyleri anlamlı şekilde artarken geri kalan sorularda bilgi düzeyleri eğitim öncesine göre benzer seviyelerdeydi. Genel olarak değerlendirildiğinde bilgi düzeyleri son test düzeyinde ön teste göre anlamlı şekilde gelişim gösterdi.

Çalışmada erkek cinsiyet ve ön lisans eğitim durumu bilgi puanının daha düşük gelişimiyle ilgili bulunmuşsa da gruplardaki katılımcı sayısının çok düşük olması bu genellemeye olanak vermemektedir. Çalışma sonucuna benzer şekilde ülkemizdeki güncel bir çalışmada hemşirelerin cinsiyet ve eğitim durumunun EKG eğitimi sonrası puan ortalamalarını etkilemediği bildirilmiştir (Kırmızıgül vd., 2023). Çalışmada katılımcıların yaşları, çalışma süresi, daha önce aldıkları EKG eğitiminin süresi bilgi gelişim düzeyleriyle bağlantılı değildi. Kırmızıgül ve ark. (2023)'nın çalışmasında da meslekte ve acil serviste çalışma yılı ve EKG eğitiminin alındığı yere göre eğitim sonrası puan ortalamalarının etkilenmediği bildirilmiştir.

Çalışmada katılımcıların dörtte üçü daha önce EKG eğitimi almamıştı. Kırmızıgül ve ark. (2023)'nın ve Çelik ve ark. (2015)'nın çalışmasında hemşirelerin üçte ikisinin EKG eğitimi almadığı bildirilmiştir. Erişti ve Yazıcı (2022)'nın çalışmasında ise hemşirelerin yaklaşık yarısının daha önce EKG eğitimi almadığı bildirilmiştir. Benzer şekilde İran'da yapılan bir

çalışmada da hemşirelerin üçte ikisinin daha önce EKG eğitimi almadığı bildirilmiştir (Rahimpour, 2021). Mısır'da 2023 yılında yapılan bir çalışmada ise hemşirelerin hiçbiri daha önce EKG eğitimi almadığını bildirmiştir (Elawadi vd., 2023). Çin'de hemşirelerin üçte ikisinin (Ho vd., 2021) ve yarısının daha önce EKG eğitimi almadığı (Buluba vd., 2025) çalışmalar bildirilmiştir. Buluba ve ark. (2025)'nın çalışmasında daha önce EKG eğitimi alanların yüksek düzeyde bilgi puanları aldığı bildirilmiştir. Kuzey Kıbrıs'ta yapılan tanımlayıcı çalışmada da daha önce EKG eğitimi alanların yüksek düzeyde bilgi puanları aldığı bildirilmiştir (Tahboub ve Dal Yılmaz, 2019). Bu sonuçlar günümüzde halen hemşirelerin çoğunun hemşirelik eğitimlerinde, mezuniyet sonrası veya hizmet içi eğitimlerde yeterli EKG eğitimi almadıklarını gözler önüne sermektedir.

Yoğun bakım hemşirelerinin bilgi düzeyindeki artış diğer birimlerdeki hemşirelere göre daha düşük düzeydeydi. EKG bilgi düzeylerini orta ve az olarak tanımlayan hemşirelerin bilgi düzeyindeki artış bilgisi iyi olarak tanımlanan gruba göre daha yüksek düzeylerdeydi. Çalışmada daha önce EKG eğitimi almayan hemşirelerin son testte bilgi düzeyi artışı daha fazlaydı. Bu sonuçları destekler biçimde ülkemizde acil servis hemşireleri ile yapılan eğitim çalışmasında daha önce EKG eğitimi almış olan hemşirelerin ön test bilgi puanı eğitim almayanlara göre daha yüksek iken eğitim sonrası bilgi puanı artışının daha önce eğitim almayan grupta daha fazla olduğu bildirilmiştir (Kırmızıgül vd., 2023). Tüm bu durumlar daha iyi EKG bilgisi olan hemşirelerin öğrenecekleri bilgi miktarı sınırlı iken daha az bilgi sahibi olan hemşirelerin öğrenecekleri bilginin çokluğundan kaynaklanabilir.

Çalışmada hemşireler EKG bilgi sorularına ön testte %54 ve eğitim sonrası %65 oranında doğru yanıt verdi. İsveç'te ambulans hemşireleri ile yapılan bir çalışmada EKG bilgi testinde %54 başarı oranı bildirilmiştir (Werner, 2014). Çelik ve ark. (2015)'nın ön test-son test EKG eğitimi çalışmasında ekstremite ampütasyonu olan hastanın doğru EKG çekiminin yapılması ön test %85, son test %88 iken göğüs derivasyonlarının doğru yerleştirilmesi hakkındaki soruya doğru yanıt oranının ön test %29, son test %54 olduğu bildirilmiştir (Çelik vd., 2015). Ülkemizde akredite bir özel sağlık kuruluşunda yapılan bir araştırmada hemşirelerin ön test sonuç ortalamaları 63,7 ve 5 günlük EKG eğitimi sonrası ortalamaları 87,6'dır (Özoğul vd., 2015). Eğitim süresi uzadıkça bilgi düzeyi de istenen seviyeye yaklaşmaktadır. Çalışmalarda birbirine yakın şekilde soruların yaklaşık yarısına doğru yanıtlar verildiği ve yalnızca gelişmekte olan ülkelerde değil gelişmiş ülkelerde de EKG eğitimine daha fazla önem verilmesi gereği ortaya çıkmaktadır.

Çalışmada hemşirelerin mesleki çalışma yılının EKG bilgi düzeyine etkisi yoktu. Fakat yoğun bakım hemşirelerinin dahil edildiği tanımlayıcı bir araştırmada çalışma yılı bir yıldan az olan hemşirelerin en düşük ve altı yıldan fazla olanların en yüksek EKG bilgi düzeyine sahip olduğu ve EKG eğitimini son beş yıl içinde almış olanların bilgi puanlarının daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Tahboub ve Dal Yılmaz, 2019). Çelik ve ark. (2015)'nın çalışmasında ise 0-3 yıl arası çalışanların daha yüksek puanlar aldığı bildirilmiştir. Ülkemizdeki akredite özel bir sağlık kuruluşunda yapılan bir çalışmada çalışma yılı 0-1 yıl arasında olan klinik hemşirelerinin son test puanları daha yüksek iken, ölümcül ritimleri tanıma oranları düşüktür. Çalışma deneyimi 8 yıl ve üzeri hemşirelerin ön test ve son test puanları daha düşük iken, tamamı ölümcül ritimleri saptadığı bildirilmiştir (Özoğul vd., 2015). Bazı çalışmalarda kardiyoloji yoğun bakım veya acil servis hemşirelerinin en yüksek EKG bilgi düzeyine sahip olduğu bildirilmiştir (Tahboub ve Dal Yılmaz, 2019; Buluba vd., 2025). Hatta İsveç'te ambulans hemşirelerine yapılan bilgi testinde sonuçları ne eğitim ne mesleki deneyimin etkileyebildiği, etkili tek faktörün daha önce kardiyoloji yoğun bakım ünitesinde çalışmış olmak olduğu bildirilmiştir (Werner, 2014). Bu birbirinden çok farklı sonuçlar EKG bilgi düzeylerinin çok çeşitli faktörlerden etkilenebildiğini ortaya koymaktadır. Hemşirelerin EKG bilgi düzeylerini inceleyen araştırmaların ele alındığı bir sistematik derlemede bireysel, profesyonel ve kurumsal faktörlerin hemşirelerin EKG yorumlamadaki yeterliliğini etkilediği bildirilmiştir. Ayrıca "yeterlilik' tanımının tutarsız olduğu ve hemşireler için düzenli EKG yorumlama eğitimi eksikliği olduğu ifade edilmiştir (Chen vd., 2022).

Çalışmanın sınırlılıkları: Çalışmaya katılan hemşirelere yapılan eğitimin klinik ve yoğun bakım hemşireleri için ayrılamamış olması konu içeriğinin başlangıç düzeyinden başlanarak verilmesi nedeniyle yoğun bakım hemşirelerinin bilgisine sınırlı katkıda bulunduğu düşünülmüştür. Daha önce EKG eğitimi almamış olan hemşirelerin 6 saat boyunca yeni ve yoğun bilgilerle karşılaşması son konularda zihinsel yorgunluğa sebep olduğu için öğrenme performansını olumsuz etkilemiş olabilir. Zamanın eğitimin kalıcılığına etkisi ve eğitim tekrarı gerektirip gerektirmediği ölçülmemiştir. Standardize edilmiş bir EKG bilgi düzeyi ölçüm aracı olmaması hem farklı ülkelerin hem de ülkemiz içindeki araştırmaların karşılaştırılmasını zorlaştırmıştır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Hemşirelere yönelik temel EKG eğitimi katılımcıların bilgi düzeyinin artmasında etkiliydi. Genel olarak değerlendirildiğinde bilgi düzeyleri son test düzeyinde ön teste göre anlamlı

şekilde gelişim gösterdi. Çalışmada hemşirelerin dörtte üçü daha önce EKG eğitimi almamıştı ve EKG eğitimi almayan hemşirelerin son testte bilgi düzeyi artışı daha fazlaydı. EKG bilgi düzeylerini orta ve az olarak tanımlayan hemşirelerin bilgi düzeyindeki gelişim, bilgisini iyi olarak tanımlayanlara göre daha yüksek düzeylerdeydi.

Hemşirelerin EKG bilgi düzeylerini belirleyebilmek için standart ölçüm araçları geliştirilmelidir. EKG eğitimi mezuniyet sonrası hizmet içi eğitimlerle öğrenilmesi beklenen bir konu olmaktan çıkarılmalı ve hemşirelik lisans eğitiminde EKG bilgisi öğrenciye aktarılmalıdır. Çalışmaya başlayan yeni mezun hemşirelere mezuniyet öncesi EKG eğitimi almadıkları göz önünde bulundurularak en kısa sürede eğitim verilmelidir. EKG eğitimi için süre artırılmalı ve eğitim geniş zamana yayılmalıdır. Zamanla bilgiler unutulduğu için düzenli olarak tekrarlı eğitimler verilmesi çözüm olabilir. Kardiyoloji yoğun bakım hemşirelerinin bilgi düzeylerinin yüksek oluşundan hareketle EKG eğitiminin olgulara dayandırılması ve simülasyon ile desteklenmesi öğrenmeyi kolaylaştırabilir ve kalıcı hale getirebilir. EKG öğretme sorumluluğu yalnızca kurumlara yüklenmemeli, bireysel öğrenme desteklenmeli ve web tabanlı uygulamalar ile kitaplardan EKG bilgilerini güncellemesi için hemşireler teşvik edilmelidir.

6. KAYNAKLAR

Atwood, D., & Wadlund, D. L. (2015). ECG interpretation using the CRISP method: a guide for nurses. *AORN journal*, *102*(4), 396-408.

Bond, R. R., Finlay, D. D., Nugent, C. D., Breen, C., Guldenring, D., & Daly, M. J. (2012). The effects of electrode misplacement on clinicians' interpretation of the standard 12-lead electrocardiogram. *European Journal of Internal Medicine*, *23*(7), 610-615.

Buluba, S. E., He, J., & Li, H. (2025). Practice and confidence in electrocardiogram interpretation among ICU nurses: A cross-sectional study. *Intensive and Critical Care Nursing*, 86, 103835.

Chen, Y., Kunst, E., Nasrawi, D., Massey, D., Johnston, A. N., Keller, K., & Fengzhi Lin, F. (2022). Nurses' competency in electrocardiogram interpretation in acute care settings: A systematic review. *Journal of Advanced Nursing*, *78*(5), 1245-1266.

Coll-Badell, M., Jiménez-Herrera, M. F., & Llaurado-Serra, M. (2017). Emergency nurse competence in electrocardiographic interpretation in Spain: a cross-sectional study. *Journal of Emergency Nursing*, *43*(6), 560-570.

Çelik, Y., Karadaş, C., Akdağ, C., & Özkeçeci, G. (2015). Acil ve yoğun bakım servislerinde çalışan hemşirelerin EKG bilgi düzeylerinin değerlendirilmesi. Turk J Card Nur, 6(9), 75-85.

Doğan, H. D., & Melek, M. (2012). Hemşirelerin acil kalp hastalıklarında görülen, EKG bulgularını tanıyabilme ve uygun tedavi yaklaşımlarını değerlendirebilme düzeylerinin tespiti. *Türk Kardiyoloji Derneği Kardiyovasküler Hemşirelik Dergisi*, 3(3), 60-69.

Elawadi, Y., Sanad, M., & Soliman, H. (2023). Effectiveness of Educational Intervention on Nurses' Knowledge and Skills Regarding Electrocardiogram. *Mansoura Nursing Journal*, 10(1), 81-90.

Erişti, E., & Yazıcı, G. (2019). Hemşirelerin elektrokardiyografi bulgularını yorumlamadaki bilgi düzeylerinin belirlenmesi. *Istanbul Gelisim University Journal of Health Sciences*, (16), 244-257.

Funk, M., Fennie, K. P., Stephens, K. E., May, J. L., Winkler, C. G., & Drew, B. J. (2017). Association of implementation of practice standards for electrocardiographic monitoring with nurses' knowledge, quality of care, and patient outcomes: findings from the Practical Use of the Latest Standards of Electrocardiography (PULSE) Trial. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*, 10(2), e003132.

Giannetta, N., Campagna, G., Di Muzio, F., Di Simone, E., Dionisi, S., & Di Muzio, M. (2020). Accuracy and knowledge in 12-lead ECG placement among nursing students and nurses: A web-based Italian study. *Acta Bio Medica: Atenei Parmensis*, 91(Suppl 12).

Hall, J. E. (2013). *Guyton ve Hall Tıbbi Fizyoloji,* Çeviri editörü: Çağlayan Yeğen, B., Nobel Tıp Kitabevleri, 12. Baskı, İstanbul.

Harrigan, R. A., Chan, T. C., & Brady, W. J. (2012). Electrocardiographic electrode misplacement, misconnection, and artifact. *The Journal of emergency medicine*, *43*(6), 1038-1044.

Ho, J. K. M., Yau, C. H. Y., Wong, C. Y., & Tsui, J. S. S. (2021). Capability of emergency nurses for electrocardiogram interpretation. *International Emergency Nursing*, *54*, 100953, 1-6.

Kania, M., Rix, H., Fereniec, M., Zavala-Fernandez, H., Janusek, D., Mroczka, T., ... & Maniewski, R. (2014). The effect of precordial lead displacement on ECG morphology. *Medical & Biological Engineering & Computing*, *52*, 109-119.

Kırmızıgül, H., Tanrıverdi, F., Celik, G. K., & Özhasenekler, A. (2023). Acil serviste çalışan hemşirelere verilen elektrokardiyografi eğitiminin bilgi düzeylerine etkisi. *Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hemşirelik Dergisi*, *5*(1), 1-6.

King, I.M. (1981). A Theory for nursing: Systems, concepts, process. New York: A Wiley Medical Publication.

Landrum, M.A. (2014). Fast Facts About EKGs for Nurses: The Rules of Identifying EKGs in a Nutshell. New York, NY: Springer Publishing Company, LLC.

Özoğul, A., Yolaçan, A., & Erkuş, B. (2015). Acıbadem Sağlık Grubunda hemşirelere verilen temel elektrokardiyografi eğitimi sonuçlarının değerlendirilmesi: Ölümcül ritimleri tanıma. *Türk Kardiyoloji Derneği Kardiyovasküler Hemşirelik Dergisi,* 6(10), 112-120.

Rahimpour, M., Shahbazi, S., Ghafourifard, M., Gilani, N., & Breen, C. (2021). Electrocardiogram interpretation competency among emergency nurses and emergency medical service (EMS) personnel: A cross-sectional and comparative descriptive study. *Nursing Open*, *8*(4), 1712-1719.

Tahboub, O. Y., & Dal Yilmaz, U. (2019). Nurses' knowledge and practices of electrocardiogram interpretation. *International Cardiovascular Research Journal*, *13*(3), 80-84.

Terry, C.L., Weaver, A.L. (2011). Critical Care Nursing DeMYSTiFieD. McGraw- Hill Companies.

Ünsar, S. (2017) EKG ve aritmilerin izlemi. İçinde: Yoğun Bakım Hemşireliği. Editör: Durmaz Akyol A. İstanbul Medikal Yayıncılık, s:241-57.

Werner, K., Kander, K., & Axelsson, C. (2016). Electrocardiogram interpretation skills among ambulance nurses. *European Journal of Cardiovascular Nursing*, *15*(4), 262-268.

ENTERAL BESLENEN DİYABETİK HASTALARDA GLİSEMİK KONTROL

Fatma İLTUŞ
Selçuk University, Kadir Yallagöz Health School, Department of Nursing, 42560 Akşehir, Konya
ORCID: 0000-0002-8734-3326
Çiğdem BERK ÖZCAN
Selçuk University, Kadir Yallagöz Health School, Department of Nursing, 42560 Akşehir, Konya
ORCID: 0000-0002-5781-0106

ÖZET

Glisemik kontrol enteral beslenen diyabetik hastaların tedavisinde önemli bir yer tutar. Enteral beslenmede kullanılacak formül seçimi, insülin dozlarının ayarlanması, insülin türü, verilme yolu ve zamanlaması enteral beslenen diyabetik hastalarda hipoglisemi veya hiperglisemi gelişimi açısından en önemli faktörlerdir. Antidiyabetik ilaçların veriliş rejimindeki değişiklikler, enteral beslenmenin kesintiye uğraması, hastanın aktivitesindeki artış, glukokortikoid vb. kan glikozu üzerine etki eden ilaçların tedaviye eklenmesi gibi birçok faktör enteral beslenmede glisemik dalgalanmalara yol açmaktadır. Ayrıca hiperglisemi, akut stres durumunda olan hastalarda artan morbidite ve mortalite riskiyle ilişkilidir. Glisemik durumun ve insülin gereksinimlerinin, hastanın stres tepkisi değiştikçe yatış boyunca değişeceği göz önünde bulundurulmalıdır. Diyabetik hastalara enteral beslenme sürekli, aralıklı veya bolus şeklinde verilebilir. Seçilen enteral beslenme yöntemi insülin rejimini ve kan şekeri ölçüm sıklığını da etkilemektedir. Diyabetik hastalar için üretilmiş enteral beslenme ürünleri standart ürünlere oranla pahalı olması ve protein içeriğinin azlığı nedeniyle enteral beslenmede ilk tercih olarak gösterilmemektedir. Uzman konsensüsleri diyabetik hastalarda standart polimerik formüllerle enteral beslenmeye başlanıp sıkı kan glikozu izlemi ve gerekirse insülin rejiminde değişiklik yapılarak glisemik yönetimi önermektedir. Çeşitli insülin rejimleri tercih edilebilir, ancak insülinin zaman etki profili, kullanılan beslenme şeklinin glisemik etkisiyle uyumlu olmalıdır. Farklı insülin rejimlerine ilişkin kanıtlar sınırlıdır ve çoğunlukla sürekli enteral beslenmeyi inceleyen çalışmalardan elde edilmiştir. Bu nedenle, bolus ve gece/aralıklı rejimlere ilişkin öneriler uzman görüş birliğine dayanmaktadır. Genel olarak, intravenöz insülin infüzyonu glisemik yönetim için en iyi seçeneği sunmakla birlikte yoğun bir iş gücü gerektirmektedir. Bununla birlikte beslenme kesintiye uğradığında SC yolla uygulanmış olan herhangi bir insülin hala aktifse, hipoglisemi riski artar. Böyle durumlarda glisemik izlemin sıklaştırılması ve beslenmeye yeniden başlanana kadar IV dekstroz kullanılması önerilmektedir. Bu nedenlerle sağlık ekibinin diyabet tipleri, kapiller glukoz ve keton takibi, hiperglisemi ve hipoglisemi, farklı insülin ürünlerinin etki süresi, enteral beslenmeyle bağlantılı hiperglisemi,

glisemik dalgalanmalar ve değişiklikleri tanıma ve yönetme bilgi ve becerilerine sahip olması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Enteral beslenme, diyabet yönetimi, glisemik kontrol, insülin.

GLYCEMIC CONTROL IN ENTERALLY-NUTRITIONED DIABETIC PATIENTS

ABSTRACT

Glycemic control plays an important role in the treatment of diabetic patients receiving enteral nutrition. The choice of formula for enteral nutrition, adjustment of insulin doses, type of insulin, route of administration and timing are the most important factors in the development of hypoglycemia or hyperglycemia in diabetic patients receiving enteral nutrition. Many factors cause glycemic fluctuations in enteral feeding, such as changes in the regimen of antidiabetic drugs, interruption of enteral feeding, increased patient activity, and the adding of drugs that affect blood glucose, such as glucocorticoids. Furthermore, hyperglycemia is associated with an increased risk of morbidity and mortality in patients in acute stress. It should be noted that glycemic status and insulin requirements will change throughout the hospital stay as the patient's stress response changes. Enteral nutrition for diabetic patients can be given continuously, intermittently, or as boluses. The chosen enteral nutrition method also affects the insulin regimen and blood glucose measurement frequency. Enteral nutrition formulae produced for diabetic patients are not the first choice for enteral nutrition due to their higher cost compared to standard formulae and their low protein content. Expert consensus recommends initiating enteral nutrition in diabetic patients with standard polymeric formulae, closely monitoring blood glucose levels, and modifying the insulin regimen if necessary to manage glycemic control. Various insulin regimens may be preferred, but the time-effect profile of insulin should be compatible with the glycemic effect of the feeding method used. Evidence regarding different insulin regimens is limited and has mostly been obtained from studies examining continuous enteral feeding. Therefore, recommendations regarding bolus and night/intermittent regimens are based on expert consensus. In general, intravenous insulin infusion offers the best option for glycemic management but requires an intensive workforce. However, if enteral tube feeding is interrupted and any subcutaneously administered insulin is still active, the risk of hypoglycemia increases. In such cases, it is recommended to increase the frequency of glycemic monitoring and use IV dextrose until feeding can be resumed. For these reasons, the healthcare team is expected to have knowledge and skills regarding diabetes types, capillary glucose and ketone monitoring, hyperglycemia and hypoglycemia, the action time of

different insulin products, hyperglycemia associated with enteral nutrition, and recognizing and managing glycemic fluctuations and changes.

Keywords: Enteral nutrition, diabetes management, glycemic control, insulin.

1. GİRİŞ

Enteral beslenen kritik hastalarda glisemik kontrolün sağlanması, enfeksiyon riskini azaltmak ve mortaliteyi düşürmek için hayati öneme sahiptir

Enteral beslenen diyabetik hastalarda glisemik kontrolün sağlanmasına yönelik detaylı stratejiler ve kanıt düzeyleri şu şekildedir:

1. KARBONHİDRAT SINIRLARI VE HEDEF DEĞERLER

• **Karbonhidrat Miktarı:** Yoğun bakım hastalarına uygulanan glukoz (parenteral) veya karbonhidrat (enteral) miktarı **5 mg/kg/dakika** değerini aşmamalıdır (Kanıt Düzeyi: Uzman görüşü) (ESPEN 2023, KEPAN 2023).

• **Hedef Kan Şekeri:** Enteral beslenen kritik hastalarda (diyabet tanısı olsun veya olmasın) hedef kan şekeri aralığı genellikle **140-180 mg/dL** olarak kabul edilir (Kanıt Düzeyi: 2, Öneri Derecesi: A) (ESPEN 2023, KEPAN 2023).

• **İnsülin Başlatma Eşiği:** Kan şekeri seviyeleri **180 mg/dL** değerini aştığında insülin tedavisi uygulanmalıdır (Kanıt Düzeyi: A) (Yan ve ark. 2025).

2. ENTERAL FORMÜL SEÇİMİ

• **Diyabete Özgü Formüller:** Tip 2 diyabeti olan yoğun bakım hastalarında diyabete özgü enteral formüllerin kullanımı, insülin gereksinimini azaltabilir (ESPEN 2023).

• **Yüksek Yağlı, Düşük Karbonhidratlı Formüller:** Bu formüllerin glukoz stabilitesini artırması beklense de mortalite üzerindeki etkileri belirsizliğini koruduğu için rutin kullanımı konusunda dikkatli olunmalıdır (Kanıt Düzeyi: 2C - Düşük) (JCCNG 2024).

• **İçerik Avantajları:** Standart formüller yaklaşık %50 karbonhidrat içerirken, diyabete özgü formüllerde bu oran %30-40 civarındadır. Ayrıca, **tekli doymamış yağ asitleri (MUFA)** ile zenginleştirilmiş diyabete özgü formüllerin ortalama kan şekerini ve glisemik değişkenliği anlamlı şekilde düşürdüğü gösterilmiştir (Öneri Derecesi: A) (Yan ve ark. 2025).

• **Lifli Formüller:** Diyabeti veya stres hiperglisemisi olan hastalarda selüloz/lif içeren enteral beslenme ürünlerinin kullanılması önerilir (Kanıt Düzeyi: 5, Öneri Derecesi: A) (Yan ve ark. 2025).

3. UYGULAMA YÖNTEMİ VE YOLU

• **Sürekli Beslenme:** Sürekli enteral besleme, bolus veya aralıklı beslemeye kıyasla daha iyi glisemik kontrol sağlar ve kan şekeri dalgalanmalarını azaltır (Kanıt Düzeyi: 5) (JCCNG 2024). KEPAN, ESPEN ve Japon Yoğun Bakım Beslenme Rehberi (JCCNG 2024), glisemik kontrolü optimize etmek ve gastrointestinal komplikasyonları (özellikle diyare) azaltmak için bolus/aralıklı beslenme yerine **sürekli beslenmeyi önermektedir.**

• **Aralıklı Beslenme:** Aralıklı beslenme yöntemi, sürekli beslemeye kıyasla **anlamlı derecede daha yüksek kan şekeri dalgalanmalarıyla** ilişkilendirilmiştir. Aralıklı besleme daha "doğal" bir hormonal ve metabolik yanıt (protein sentezi gibi) oluşturma potansiyeline sahip olsa da kritik hastalarda bu durum sıklıkla glisemik instabiliteye yol açabilmektedir (JCCNG 2024).

.• **Postpilorik Beslenme:** Gastroparezisi olan veya aspirasyon riski yüksek hastalarda postpilorik besleme, beslenme hedeflerine daha güvenli ulaşılmasını sağlayarak dolaylı olarak metabolik stabiliteye katkıda bulunabilir (JCCNG 2024).

.4. İZLEM VE PROTOKOLLER

• **Ölçüm Sıklığı:** Kan şekeri, yoğun bakım kabulünde veya yapay beslenmeye başlandığında ölçülmeli ve ilk iki gün boyunca **en az her 4 saatte bir** takip edilmelidir (Kanıt Düzeyi: Uzman görüşü) (Yan ve ark. 2025).

• **Ölçüm Yöntemi:** Şok, ödem, vazopressör kullanımı veya hipotansiyonu olan hastalarda, parmak ucu ölçümlerinin doğruluğu azalabileceği için arteriyel veya venöz kan ölçümleri tercih edilmelidir (Kanıt Düzeyi: 5, Öneri Derecesi: B) (Yan ve ark. 2025).

• **Standart Protokoller:** Hiperglisemi yönetimi için kişisel deneyimler yerine kanıta dayalı standart insülin infüzyon protokollerinin kullanılması, hipoglisemi riskini azaltmak ve hedef aralıkta kalma süresini artırmak için önerilir (Kanıt Düzeyi: 1, Öneri Derecesi: A) (Yan ve ark. 2025).

5. ÖZEL DURUMLAR

.• **Güvenlik:** Hemodinamik instabilitesi olan veya katekolamin desteği alan hastalarda, sürekli beslenme durumu izlemeyi kolaylaştırdığı ve metabolik stresi daha dengeli dağıttığı için daha güvenli bir yaklaşım olarak kabul edilir (ESPEN 2023).

• **Hemodinamik İnstabilite:** Şok durumundaki hastalarda, besleme hızı ve karbonhidrat yükü bağırsak perfüzyonunu etkileyebileceği için glisemik kontrol kadar gastrointestinal toleransın takibi de kritiktir (JCCNG 2024).

4. KAYNAKLAR

Doğanay, M., Akçay, K., Çil, T., Dağ, B., Demirağ, K., Demirkan, S. K., ... & Abbasoğlu, O. (2023).

KEPAN enteral Beslenme (EB) rehberi. *Clinical Science of Nutrition*, *5*, 1-29.

Kano, K.-I., Yamamoto, R., Yoshida, M., Sato, T., Nishita, Y., Ito, J., Nagatomo, K., Ohbe, H., Takahashi, K., Kaku, M., Sakuramoto, H., Nakanishi, N., Inoue, K., Hatakeyama, J., Kasuya, H., Hayashi, M., Tsunemitsu, T., Tatsumi, H., Higashibeppu, N., & Nakamura, K. (2025). Strategies to Maximize the Benefits of Evidence-Based Enteral Nutrition: A Narrative Review. *Nutrients*, *17*(5), 845. https://doi.org/10.3390/nu17050845

Nakamura, K., Yamamoto, R., Higashibeppu, N., Yoshida, M., Tatsumi, H., Shimizu, Y., ... & Kotani, J. (2025). The Japanese critical care nutrition guideline 2024. *Journal of Intensive Care*, *13*(1), 1-66.

Thibault, R., Bear, D. E., Fischer, A., Montejo-González, J. C., Hiesmayr, M., Tamási, P., ... & Singer, P. (2023). Implementation of the ESPEN guideline on clinical nutrition in the intensive care unit (ICU): It is time to move forward!: A position paper from the 'nutrition in the ICU'ESPEN special interest group. *Clinical Nutrition ESPEN*, *57*, 318-330.

Yan, W., Han, Y., Qian, C., Li, Y., & Zhao, Z. (2025). Bridging the Evidence–Practice Gap in Hyperglycemia Management During Enteral Nutrition: A Multidimensional Implementation Study in Critically Ill Patients. *Nursing & Health Sciences*, *27*(3), e70178.

GENEL ANESTEZİYE HAZIRLIK: AĞIZ DİŞ VE ÇENE CERRAHİSİ HASTALARINDA PREOPERATİF TIBBİ OPTİMİZASYON

Serra ACAR
Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Dentistry, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, 26040 Odunpazarı, Eskişehir
ORCID: 0009-0009-8508-0874
Seçil ÇOBANOĞLU
Eskişehir Osmangazi University, Faculty of Dentistry, Department of Oral and Maxillofacial Surgery, 26040 Odunpazarı, Eskişehir
ORCID: 0000-0002-9233-4862

ÖZET

Ağız, diş ve çene cerrahisi girişimlerinde genel anestezi uygulamaları; paylaşılan havayolu, cerrahi alanın anatomik özellikleri ve hastaların sıklıkla eşlik eden sistemik hastalıkları nedeniyle özel riskler içermektedir. Bu nedenle preoperatif hasta değerlendirmesi ve tıbbi optimizasyon, perioperatif morbidite ve mortalitenin azaltılmasında kritik bir rol oynamaktadır. Güncel kılavuzlar; oral ve maksillofasiyal cerrahın preoperatif süreçte yalnızca cerrahi planlamadan değil, aynı zamanda hastaya özgü anestezik risklerin belirlenmesi ve yönetiminden de sorumlu olduğunu vurgulamaktadır. Preoperatif değerlendirme; ayrıntılı tıbbi öykü, ilaçların sistematik olarak gözden geçirilmesi, Amerikan Anesteziyoloji Derneği (ASA) fiziksel durum sınıflamasının yapılması ve hedefe yönelik fizik muayeneyi içermelidir. Özellikle havayolu değerlendirmesi, maksillofasiyal cerrahide genel anestezi güvenliğinin temel belirleyicilerinden biridir. Mallampati sınıflaması, ağız açıklığı, tiromental mesafe ve boyun hareket açıklığı gibi parametreler, olası zor havayolu öngörüsünde standart olarak değerlendirilmelidir. Kardiyovasküler, solunumsal, endokrin ve hematolojik komorbiditeler; cerrahi zamanlamayı, anestezi tekniğini ve perioperatif ilaç yönetimini doğrudan etkilemektedir. Diyabet, antikoagülan kullanımı, obezite ve obstrüktif uyku apnesi sendromu gibi sık karşılaşılan durumlarda multidisipliner yaklaşım ve gerektiğinde ilgili branşlardan konsültasyon önerilmektedir. Ayrıca uygun açlık sürelerinin sağlanması, postoperatif bulantı-kusma profilaksisi ve taburculuk kriterlerinin standardizasyonu, hasta güvenliğini artıran önemli unsurlardır. Sonuç olarak, ağız, diş ve çene cerrahisi hastalarında genel anestezi öncesi preoperatif tıbbi optimizasyon; bireyselleştirilmiş hasta değerlendirmesi, sistematik risk sınıflaması ve disiplinler arası iş birliği ile mümkündür. Bu yaklaşım, cerrahi başarının yanı sıra hasta güvenliği ve bakım kalitesinin artırılmasında temel bir bileşen olarak değerlendirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Ağız diş ve çene cerrahisi, genel anestezi, preoperatif değerlendirme

PREPARATION FOR GENERAL ANESTHESIA: PREOPERATİVE MEDICAL OPTIMIZATION IN ORAL AND MAXILLOFACIAL SURGERY PATIENTS

ABSTRACT

General anesthesia applications in oral and maxillofacial surgery involve specific risks due to the shared airway, the anatomical characteristics of the surgical field, and the frequent presence of accompanying systemic diseases. Therefore, preoperative patient assessment and medical optimization play a critical role in reducing perioperative morbidity and mortality. Current guidelines emphasize that the oral and maxillofacial surgeon is responsible not only for surgical planning but also for the identification and management of patient-specific anesthetic risks during the preoperative period. Preoperative evaluation should include a detailed medical history, systematic medication reconciliation, assignment of the American Society of Anesthesiologists (ASA) physical status classification, and a targeted physical examination. Airway assessment, in particular, is one of the main determinants of general anesthesia safety in maxillofacial surgery. Parameters such as Mallampati classification, mouth opening, thyromental distance, and neck range of motion should be routinely evaluated to predict potential difficult airway scenarios. Cardiovascular, respiratory, endocrine, and hematologic comorbidities directly influence surgical timing, anesthetic technique, and perioperative medication management. In commonly encountered conditions such as diabetes mellitus, anticoagulant therapy, obesity, and obstructive sleep apnea syndrome, a multidisciplinary approach and consultation with relevant medical specialties are recommended when indicated. In addition, ensuring appropriate fasting periods, implementing postoperative nausea and vomiting prophylaxis, and standardizing discharge criteria are important components that enhance patient safety. In conclusion, preoperative medical optimization before general anesthesia in oral and maxillofacial surgery patients is achieved through individualized patient assessment, systematic risk stratification, and interdisciplinary collaboration. This approach should be considered a fundamental component in improving surgical success, patient safety, and overall quality of care.

Keywords: General anesthesia, oral and maxillofacial surgery, preoperative assessment

LİSANS HEMŞİRELİK EĞİTİMİNDE SANAL GERÇEKLİK DESTEKLİ ÖĞRETİM: GÜNCEL YAKLAŞIMLAR

Dr. Öğr. Üyesi Ebru ŞAHİN
Ordu University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, Division of Women's Health and Diseases Nursing, 52000, Ordu, Türkiye
ORCID: 0000-0001-7798-0690
Öğr. Gör. Ebru SOLMAZ
Ağrı İbrahim Çeçen University, Faculty of Health Sciences, Department of Midwifery, Ağrı, Türkiye
ORCID: 0000-0003-1962-8669

ÖZET

Lisans hemşirelik eğitiminde klinik yeterliğin güvenli ve etkili biçimde kazandırılması, son yıllarda teknoloji destekli öğretim yaklaşımlarının önemini artırmıştır. Bu bağlamda sanal gerçeklik (VR), öğrenenlere etkileşimli ve gerçekçi simülasyon ortamları sunarak bilişsel, psikomotor ve duyuşsal öğrenme alanlarını bütüncül biçimde destekleyen yenilikçi bir eğitim aracı olarak öne çıkmaktadır. Bu derlemenin amacı, lisans hemşirelik eğitiminde VR destekli öğretim uygulamalarına ilişkin güncel kanıtları özetlemek ve bu teknolojinin bilişsel, psikomotor ve duyuşsal öğrenme çıktıları üzerindeki etkilerini tartışmaktır. Google Scholar, PubMed ve Scopus veri tabanlarında 2020–2025 yılları arasında yayımlanan, lisans düzeyinde hemşirelik öğrencileriyle yürütülen deneysel, yarı deneysel ve karma yöntemli araştırmalar ile sistematik ve kapsamlı derlemeler incelenmiş; VR destekli öğretim, öğrenme çıktıları ve klinik yeterlik temaları doğrultusunda analiz edilmiştir. Bulgular, VR'nin bilgi düzeyini artırmada ve klinik beceri performansını geliştirmede genel olarak olumlu etkiler yarattığını, özellikle nadir ve yüksek riskli klinik senaryoların güvenli biçimde tekrarlı uygulamasına olanak tanıdığını göstermektedir. VR tabanlı simülasyonların öz yeterlik ve özgüveni anlamlı düzeyde artırdığı, kaygıyı azalttığı ve öğrencilerin klinik uygulamaya hazırbulunuşluk algılarını güçlendirdiği; öğrenme motivasyonu ve memnuniyeti üzerinde ise çoğunlukla olumlu, ancak bazı çalışmalarda geleneksel yöntemlerle benzer etkiler bildirdiği saptanmıştır. Bununla birlikte yüksek kurulum ve işletim maliyetleri, teknik sorunlar, siber hastalık, haptik geri bildirimin sınırlılığı ve kullanılabilirlik güçlükleri VR entegrasyonunun başlıca engelleri olarak öne çıkmaktadır. Sonuç olarak VR, lisans hemşirelik eğitiminde güvenli, esnek ve öğrenci merkezli bir öğrenme ortamı sunan güçlü bir araç olmakla birlikte, pedagojik tasarım, altyapı olanakları ve eğitici hazırlığı gözetilerek geleneksel öğretim yöntemlerini tamamlayıcı biçimde kullanılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Hemşirelik eğitimi, hemşirelikte öğretim, sanal gerçeklik, simülasyon temelli eğitim, öğrenme, öğretim

VIRTUAL REALITY–SUPPORTED TEACHING IN UNDERGRADUATE NURSING EDUCATION: CURRENT APPROACHES

ABSTRACT

Ensuring the safe and effective development of clinical competence in undergraduate nursing education has increased the importance of technology-enhanced teaching approaches in recent years. In this context, virtual reality (VR) has emerged as an innovative educational tool that supports cognitive, psychomotor, and affective learning domains in an integrated manner by providing learners with interactive and realistic simulation environments. The aim of this review is to summarize current evidence on VR-supported teaching applications in undergraduate nursing education and to discuss the effects of this technology on cognitive, psychomotor, and affective learning outcomes. Experimental, quasi-experimental, and mixed-methods studies, as well as systematic and comprehensive reviews conducted with undergraduate nursing students and published between 2020 and 2025, were retrieved from Google Scholar, PubMed, and Scopus databases and analyzed in line with the themes of VR-supported teaching, learning outcomes, and clinical competence. The findings indicate that VR generally has positive effects on increasing knowledge levels and improving clinical skill performance, particularly by enabling the safe and repetitive practice of rare and high-risk clinical scenarios. VR-based simulations have been shown to significantly enhance self-efficacy and confidence, reduce anxiety, and strengthen students' perceptions of readiness for clinical practice; learning motivation and satisfaction were mostly reported as positive, although some studies found effects comparable to those of traditional teaching methods. However, high installation and operational costs, technical challenges, cybersickness, limited haptic feedback, and usability issues have emerged as major barriers to the integration of VR into nursing education. In conclusion, while VR represents a powerful tool that offers a safe, flexible, and student-centered learning environment in undergraduate nursing education, it should be used as a complementary approach to traditional teaching methods, taking into account pedagogical design, infrastructure, and educator preparedness.

Keywords: Nursing education, nursing instruction, virtual reality, simulation-based education, teaching, learning

GİRİŞ

Sağlık sektörünün teknolojik yeniliklerle hızla gelişmesi, hemşirelik mesleğini yeniden şekillendirmekte ve artan nitelikli iş gücü ihtiyacını beraberinde getirmektedir. Bu durum, teorik bilgi ile pratik uygulama arasındaki boşluğu kapatmayı hedefleyen köklü bir eğitimsel

dönüşümü zorunlu kılmaktadır (Ma ve ark., 2024; Thrift ve ark., 2025). Günümüz sağlık sistemleri, yeni mezun hemşirelerden yalnızca temel klinik becerileri değil, aynı zamanda karmaşık problem çözme, eleştirel düşünme ve anlık klinik karar verme gibi üst düzey yetkinlikleri de beklemektedir. Geleneksel eğitim modelleri, bu yetkinlikleri kazandırmada zaman zaman yetersiz kalabilmektedir (Wang ve ark., 2023). Bu bağlamda, öğrencileri mesleki hayata daha donanımlı hazırlayabilmek için yenilikçi öğretim yöntemlerine duyulan ihtiyaç her zamankinden daha belirgin hale gelmiştir.

Hemşirelik eğitiminde e-öğrenme, mobil öğrenme ve sanal simülasyon gibi dijital teknolojilerin entegrasyonu, artık bir seçenek olmaktan çıkıp bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu teknolojiler, öğrencilerin teorik bilgi ile klinik uygulama arasındaki boşluğu kapatmalarına olanak tanıyarak öğrenme süreçlerini daha anlamlı kılmaktadır (Ma ve ark., 2024). Aynı zamanda, öğrencileri modern sağlık sisteminin dinamik ve karmaşık yapısına hazırlayarak, onları mezuniyet sonrası karşılaşacakları zorluklara karşı daha dayanıklı hale getirmektedir (Chen ve ark., 2024; Harder ve ark., 2025). Bu dijital dönüşüm, öğrenme deneyimini zenginleştirmenin yanı sıra, eğitimde esneklik ve erişilebilirliği de artırmaktadır. Bu dijital dönüşüm sürecinde, özellikle simülasyon tabanlı öğrenme, öğrencilere deneyimsel ve risksiz bir öğrenme ortamı sunarak merkezi bir rol oynamaktadır.

Simülasyon tabanlı öğrenme (SBE), öğrencilere kontrollü ve güvenli bir ortamda deneyimsel öğrenme fırsatları sunarak hemşirelik eğitiminin temel taşlarından biri haline gelmiştir (Alsharari ve ark., 2025; Harder ve ark., 2025). Bu pedagojik yaklaşımın en stratejik yönü, öğrencilerin hasta güvenliğini riske atmadan hata yapmalarına ve bu hatalardan öğrenmelerine olanak tanımasıdır. Bu sayede, öğrenciler teorik bilgilerini pratiğe dökerken kendilerini daha güvende hissetmektedir ve mesleki özgüvenleri artmaktadır. Simülasyon, öğrencilerin klinik becerilerini, karar verme yeteneklerini ve iletişim yeterliliklerini geliştirmede kritik bir rol oynamaktadır (Harder ve ark., 2025; Alsharari ve ark., 2025).

Sanal Gerçeklik (VR) teknolojisi, öğrencileri dijital olarak oluşturulmuş, gerçeğe yakın klinik ortamlara taşıyarak öğrenme sürecini temelden dönüştürmektedir (Pernica ve ark., 2023; Thrift ve ark., 2025). Bu teknoloji, öğrencilere nadir görülen veya yüksek riskli klinik senaryoları defalarca ve güvenli bir şekilde deneyimleme imkanı sunarak onlara benzersiz bir öğrenme ortamı sağlamaktadır (Lavoie ve ark., 2025; Huai ve ark., 2024).

Sanal gerçeklik teknolojisinin lisans hemşirelik eğitimine entegrasyonu, öğrencilerin bilişsel, psikomotor ve duyuşsal alanlardaki öğrenme çıktılarını kapsamlı bir şekilde geliştirmede etkili bir araç olarak kabul edilmektedir. Bu teknoloji, öğrencilerin mesleki yetkinliklerini bütüncül

bir yaklaşımla artırma potansiyeli taşımaktadır. Sanal gerçeklik teknolojisinin sağladığı avantajlar üç temel alanda incelenmektedir. Bilişsel çıktılar açısından, sanal gerçeklik teknolojisi, bilgi kazanımını ve kalıcılığını artırırken, karmaşık senaryolar aracılığıyla klinik muhakeme, problem çözme ve eleştirel düşünme becerilerini teşvik etmektedir (Alsharari ve ark., 2025; Heyn ve ark., 2023; Ma ve ark., 2024; Pernica ve ark., 2023; Thrift ve ark., 2025). Psikomotor çıktılar alanında, öğrencilere kateterizasyon veya ilaç uygulaması gibi teknik becerileri kontrollü bir ortamda tekrarlı olarak uygulama imkanı sunmaktadır, bu da beceri yetkinliğini arttırmaktadır (Huai ve ark., 2024; Pernica ve ark., 2023; Thrift ve ark., 2025). Duyuşsal çıktılar ise belki de en dikkat çekici alandır; sanal gerçeklik teknolojisi, öğrencilerin öz-yeterliğini ve özgüvenini artırır (Lavoie ve ark., 2025). Özellikle bulaşıcı hastalık taşıyan hastaların bakımı gibi yüksek riskli senaryoları güvenli bir şekilde pratik etme olanağı, öğrencilerin bu durumlara yönelik korkularını azaltarak özgüvenlerini kanıtlanabilir şekilde yükseltmektedir. Aynı zamanda, genel olarak anksiyeteyi azalttığı, öğrenme motivasyonunu ve memnuniyetini yükselttiği ve sanal hastalarla etkileşim yoluyla iletişim becerilerini geliştirdiği bildirilmektedir (Chang ve ark., 2019; Chang ve ark., 2024; Dong ve ark., 2024; Guillen-Aguinaga ve ark., 2025; Harder ve ark., 2025; Medel ve ark., 2024).

Yukarıdaki öğrenme çıktılarına ek olarak, VR teknolojisi önemli pratik avantajlar da sunmaktadır. Bunların başında, öğrencilerin hata yapma özgürlüğüne sahip olduğu, güvenli ve risksiz öğrenme ortamı sağlaması gelmektedir (Harder ve ark., 2025; Heyn ve ark., 2023). Ayrıca, zaman ve mekandan bağımsız öğrenme imkanı sunarak sağladığı erişilebilirlik, öğrencilerin kendi hızlarında ve istedikleri zaman pratik yapmalarına olanak tanımaktadır (Heyn ve ark., 2023; Yeo ve ark., 2024). Başlangıç yatırım maliyeti yüksek olsa da, sarf malzemesi ihtiyacını ortadan kaldırması ve çok sayıda öğrenciye ölçeklenebilir eğitim sunması nedeniyle uzun vadede maliyet etkin bir çözüm olarak değerlendirilmektedir (Chen ve ark., 2024; Ma ve ark., 2024).

Bu önemli avantajlara rağmen, VR teknolojisinin hemşirelik eğitimine entegrasyonu, bazı zorluklar ve literatürdeki boşluklarla karşı karşıyadır. Bu çalışma, lisans hemşirelik eğitiminde sanal gerçeklik destekli öğretim uygulamalarına ilişkin güncel literatürü inceleyen bir derleme niteliğindedir. Literatür taraması Google Scholar, PubMed ve Scopus veri tabanlarında gerçekleştirilmiştir. Tarama sırasında “virtual reality”, “VR-assisted instruction”, “immersive learning”, “virtual simulation”, “nursing education”, “undergraduate nursing students”, “clinical competence”, “self-efficacy” ve “learning outcomes” anahtar kelimeleri kullanılmıştır.

Taramada 2020–2025 yılları arasında yayımlanan İngilizce ve Türkçe makaleler dâhil edilmiştir. Dahil etme kriterleri; lisans düzeyinde hemşirelik öğrencileriyle yürütülen, VR destekli öğretim uygulamalarını konu alan deneysel, yarı deneysel, karma yöntemli araştırmalar ile sistematik derlemeler ve kapsamlı derlemeleri içermektedir. Lisansüstü eğitim, tıp öğrencileri veya diğer sağlık disiplinlerine yönelik çalışmalar ile VR dışındaki simülasyon teknolojilerini değerlendiren çalışmalar kapsam dışı bırakılmıştır.

Literatür, VR tabanlı öğretimin öğrenme çıktıları üzerindeki etkilerini (bilişsel performans, psikomotor beceri gelişimi, klinik karar verme, öz-yeterlik, kaygı düzeyi, motivasyon ve öğrenme memnuniyeti) inceleyen temalar doğrultusunda analiz edilmiştir. Bu yöntemle, VR destekli öğretimin hemşirelik lisans eğitimindeki durumu, güçlü yönleri, sınırlılıkları ve gelecekteki uygulamalara yönelik geliştirilmesi gereken alanlar bütüncül bir çerçevede değerlendirilmiştir.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Hemşirelik eğitimi, teorik bilginin pratik beceri ve profesyonel tutumlarla bütünleştirilmesini gerektiren dinamik bir süreçtir. Geleneksel klinik eğitim modelleri değerli olmakla birlikte, öğrencileri her zaman karmaşık, nadir veya yüksek riskli senaryolara maruz bırakamamaktadır. Bu noktada, Sanal gerçeklik gibi sürükleyici teknolojiler, öğrencilere güvenli ve kontrol edilebilir bir ortamda deneyimsel öğrenme fırsatları sunarak önemli bir boşluğu doldurma potansiyeli taşımaktadır.

Yetkin hemşirelik profesyonellerinin yetiştirilmesinde bilgi edinimi, klinik akıl yürütme ve karar verme gibi bilişsel çıktılar stratejik bir öneme sahiptir. Bu yetkinlikler, hemşirelerin karmaşık hasta durumlarını analiz etmelerini, kanıta dayalı müdahaleleri seçmelerini ve hasta güvenliğini sağlamalarını mümkün kılmaktadır. Sanal gerçeklik teknolojisinin bu temel bilişsel yetkinlikler üzerindeki etkisi, son yıllarda yapılan araştırmaların odak noktası olmuştur ve literatür bu konuda çeşitli bulgular sunmaktadır.

Literatür taramaları, sanal gerçeklik destekli öğretimin öğrencilerin bilgi düzeylerini artırmada etkili olduğunu gösteren önemli kanıtlar ortaya koymaktadır. Birçok çalışma, sanal gerçeklik simülasyonlarının ön testlere veya geleneksel öğretim yöntemlerine kıyasla bilgi puanlarında istatistiksel olarak anlamlı artışlar sağladığını raporlamıştır (Chang ve ark., 2025; Medel ve ark., 2024; Zhang ve ark., 2024). Huai ve ark. (2024) yürüttüğü bir meta-analiz de bu bulguyu destekleyerek sanal gerçekliğin bilgi edinimini önemli ölçüde iyileştirdiği sonucuna varmıştır (Huai ve ark., 2024). Buna karşın, bazı araştırmalar sanal gerçekliğin geleneksel simülasyon veya video dersler gibi diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında bilgi kazanımı açısından

istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşturmadığını belirtmektedir (Guillen-Aguinaga ve ark., 2025; Ma ve ark., 2024; Pernica ve ark., 2023). Huai ve ark. (2024) çalışması ise bu noktada önemli bir ayrıntıya işaret ederek, tam sürükleyici sanal gerçeklik deneyimlerinin, sürükleyici olmayan, masaüstü tabanlı sanal gerçeklik deneyimlerine göre bilgi artışı üzerinde daha büyük bir etki oluşturabileceğini göstermektedir. Bu bulgulardaki farklılıklar, kullanılan sanal gerçeklik teknolojisinin türü (sürükleyici ve sürükleyici olmayan), öğretilen konunun karmaşıklığı ve karşılaştırma yapılan geleneksel yöntemin kalitesi gibi faktörlerden kaynaklanabilmektedir.

Sanal gerçekliğin klinik karar verme, klinik akıl yürütme ve problem çözme gibi üst düzey bilişsel beceriler üzerindeki etkilerine ilişkin bulgular literatürde çeşitlilik göstermekle birlikte, genel eğilim sanal gerçeklik tabanlı eğitimin bu becerileri desteklediği yönündedir. Birçok çalışma, sanal gerçeklik simülasyonlarının hemşirelik öğrencilerine gerçekçi klinik senaryolar sunarak güvenli bir ortamda karar verme ve klinik yargı pratiği yapma olanağı sağladığını, bu sayede eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerinin gelişimini teşvik ettiğini bildirmektedir (Alsharari ve ark., 2025; Clara ve ark., 2025; Chen ve ark., 2020). Özellikle sürükleyici sanal gerçeklik deneyimlerinin, öğrencilerin eylemlerinin sonuçlarını değerlendirmelerine olanak tanıyarak klinik muhakemeyi derinleştirdiği ve karmaşık klinik durumlara yönelik bilişsel esnekliği artırdığı vurgulanmaktadır. Meta-analitik bulgular, sanal gerçeklik destekli eğitimin geleneksel yöntemlere kıyasla bilgi edinimi ve kavramsal anlama üzerinde olumlu etkiler yarattığını; bu kazanımların klinik karar verme süreçlerine yansıdığını göstermektedir (Chang ve ark., 2025; Chen ve ark., 2020). Bununla birlikte, sanal gerçekliğin problem çözme becerileri üzerindeki etkisinin yalnızca bilgi aktarımıyla sınırlı olmadığı, deneyimsel öğrenme yoluyla teori ile uygulama arasındaki boşluğu kapatarak öğrencilerin klinik durumlara daha bütüncül ve analitik yaklaşmalarını sağladığı bildirilmektedir (Lee ve Ryu, 2021; Pardue ve ark., 2022). Tekrarlı uygulama ve senaryo çeşitliliği sunması sayesinde VR tabanlı simülasyonların, üst düzey bilişsel becerilerin geliştirilmesinde tamamlayıcı ve güçlendirici bir öğrenme aracı olarak öne çıktığı söylenebilir.

Hemşirelik mesleğinin temelini oluşturan psikomotor beceriler, teorik bilginin hasta bakımına doğrudan uygulanmasını temsil etmektedir. VR gibi simülasyon teknolojileri, öğrencilere bu becerileri gerçek hastalar üzerinde risk oluşturmadan, güvenli bir ortamda uygulama ve tekrar etme olanağı tanıyarak teori ile pratik arasındaki boşluğu kapatmayı hedeflemektedir.

Literatürdeki genel eğilim, sanal gerçekliğin teknik hemşirelik becerilerinin kazanımı ve performansı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu yönündedir (Thrift ve ark., 2025; Alsharari

ve ark., 2025). Huai ve ark. (2024) yürüttüğü kapsamlı bir meta-analiz çalışmasında sanal gerçeklik simülasyonlarının klinik beceri yeterliliğini ve performansını artırdığını doğrulamaktadır. Bu gelişimin arkasındaki temel mekanizmalardan biri, sanal gerçekliğin öğrencilere becerileri kontrollü bir ortamda defalarca tekrar etme imkânı sunmasıdır; bu süreç literatürde "amaçlı pratik" (deliberate practice) olarak da bilinmektedir (Harder ve ark., 2025; Thrift ve ark., 2025).

Sanal gerçeklik deneyimlerinin öğrencilerin klinik uygulamaya hazır bulunuşlukları üzerindeki etkisi de önemli bir bulgudur. Niteliksel veriler, öğrencilerin sanal gerçeklik simülasyonlarından sonra kendilerini klinik pratiğe daha hazır ve donanımlı hissettiklerini raporladıklarını göstermektedir (Chang ve ark., 2025; Thrift ve ark., 2025). Bu teknolojinin en önemli avantajlarından biri, öğrencilerin hata yapma oranları üzerinde olumsuz sonuçlar doğurmadan pratik yapmalarına olanak tanımasıdır (Harder ve ark., 2025; Thrift ve ark., 2025).

Hemşirelik eğitiminde duyuşsal öğrenme alanı; öz yeterlilik, kaygı, motivasyon ve memnuniyet gibi duygusal ve tutumsal boyutları kapsmaktadır. Bu alan, mesleki dayanıklılığa ve özgüvene sahip, hasta bakımında empatik ve etkili iletişim kurabilen profesyoneller yetiştirmek için kritik öneme sahiptir. Literatür, sanal gerçeklik teknolojisinin özellikle bu duyuşsal çıktılar üzerinde güçlü ve tutarlı pozitif etkiler yarattığını göstermektedir. Araştırmalarda en tutarlı bulgulardan biri, sanal gerçeklik destekli öğretimin öğrencilerin öz yeterlilik ve özgüven düzeylerini anlamlı ölçüde artırmasıdır. Çok sayıda araştırma ve meta-analiz bulguları, VR simülasyonlarının öğrencilere kontrollü bir ortamda başarı deneyimi yaşatarak mesleki yetkinliklerine olan inançlarını güçlendirdiğini doğrulamaktadır (Chang ve ark., 2025; Huai ve ark., 2024; Lavoie ve ark., 2025; Pernica ve ark., 2023; Thrift ve ark., 2025). Bu özgüven artışı, öğrencilerin klinik ortama daha hazırlıklı girmelerini sağlamaktadır.

Bununla paralel olarak, sanal gerçekliğin öğrenci kaygısını azaltmadaki rolü de güçlü bir bulgu olarak öne çıkmaktadır. Özellikle klinik pratiğe yeni başlayan öğrenciler için yoğun stres ve kaygı yaratan durumlar, sanal gerçeklik simülasyonları sayesinde güvenli bir alanda deneyimlenebilmektedir. Meta-analitik kanıtlar, sanal gerçekliğin kaygıyı azaltmada istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir (Guillen-Aguinaga ve ark., 2025).

Öğrenme motivasyonu ve memnuniyeti konularındaki bulgular ise daha değişkendir. Öğrenciler genellikle sanal gerçeklik tabanlı öğrenme deneyimlerinden yüksek düzeyde memnuniyet duyduklarını bildirmektedir (Heyn ve ark., 2023; Huai ve ark., 2024; Medel ve ark., 2024). Ancak bazı çalışmalar, bu memnuniyet düzeyinin diğer öğretim yöntemleriyle

(örneğin vaka seminerleri) karşılaştırıldığında anlamlı bir fark göstermediğini ortaya koymaktadır; bu durum, sanal gerçekliğin yenilik etkisinin ötesinde, öğrenme deneyiminin pedagojik tasarımının ve kolaylaştırıcının rolünün memnuniyet üzerindeki temel belirleyiciler olduğunu düşündürmektedir (Choi ve ark., 2023; Lavoie ve ark., 2025). Benzer şekilde, öğrenme motivasyonu üzerindeki etkiler de karışıktır. Bazı araştırmalar sanal gerçekliğin motivasyonu önemli ölçüde artırdığını gösterirken, diğerleri geleneksel yaklaşımlara kıyasla anlamlı bir fark bulamamıştır (Chang ve ark., 2019; Chang ve ark., 2025; Huai ve ark., 2024; Ma ve ark., 2024).

Sanal Gerçeklik teknolojisinin hemşirelik eğitimindeki değeri, yalnızca teknolojik bir yenilik olmasından değil, aynı zamanda geleneksel yöntemlerle tekrarlanması zor veya imkânsız olan benzersiz öğrenme deneyimleri sağlama potansiyelinden kaynaklanmaktadır. Sanal gerçekliğin pedagojik avantajları, öğrenci merkezli, güvenli ve esnek bir öğrenme ortamı sunma yeteneğinde yatmaktadır. Bu teknoloji, öğrencilerin teorik bilgilerini pratikle birleştirmeleri için kontrollü bir köprü görevi görmektedir. Literatürde en sık vurgulanan avantaj, sanal gerçekliğin öğrenciler için "güvenli bir alan" oluşturmasıdır. Bu sanal ortamda öğrenciler, gerçek hastalar için herhangi bir risk oluşturmadan hata yapabilir, bu hataların sonuçlarını gözlemleyebilir ve deneyimlerinden ders çıkarabilmektedirler (Heyn ve ark., 2023; Johansen ve ark., 2025). Bu yargıdan uzak ortam, öğrencilerin kaygı yaşamadan pratik yapmalarına olanak tanımaktadır ve özellikle karmaşık iletişim becerileri ile zorlu karar verme süreçlerinin provası için son derece elverişlidir (Harder ve ark., 2025).

Sanal gerçeklik, öğrencilere becerilerde ustalaşana kadar sınırsız tekrar yapma olanağı sunarak "amaçlı pratik" (deliberate practice) ilkesini desteklemektedir ve öğrenmenin derinleşmesine katkı sağlamaktadır (Thrift ve ark., 2025). Bu teknolojinin sağladığı bir diğer önemli avantaj ise senaryo çeşitliliğidir. Sanal gerçeklik, öğrencilerin kariyerleri boyunca nadiren karşılaşabilecekleri yüksek riskli veya acil durum senaryolarını simüle etme imkânı tanımaktadır (Chen ve ark., 2025; Pernica ve ark., 2023;). Ayrıca, gerçek klinik stajlarda genellikle parçalı ve birbirinden kopuk deneyimler yaşayan öğrencilerin aksine, sanal gerçeklik bir klinik vakanın başından sonuna kadar tüm akışını bütüncül bir şekilde deneyimleme fırsatı sunmaktadır. Yeo ve ark. (2024) çalışma sonucuna göre, öğrenciler geleneksel stajlarda becerileri "parça parça" topladıklarını hissederken, sanal gerçeklik onlara "prosedürün tamamını baştan sona" uygulama imkânı vermektedir.

Sanal Gerçeklik teknolojisinin sunduğu pedagojik avantajlara rağmen, hemşirelik eğitim programlarına entegrasyonu önemli pratik, teknik ve fizyolojik zorluklarla karşı karşıyadır. Bu

engeller, teknolojinin potansiyelini tam olarak gerçekleştirmesinin ve yaygın olarak benimsenmesinin önündeki en ciddi sınırlılıkları oluşturmaktadır. Ekonomik ve lojistik engeller, sanal gerçeklik uygulamalarının yaygınlaşmasının önündeki en temel bariyerlerden biridir. Yüksek maliyet, yalnızca sanal gerçeklik başlıkları gibi donanımları değil, aynı zamanda yazılım geliştirme, lisanslama, sistem bakımı, bu teknolojiye özel fiziksel alanların tahsisi ve uygulamaları yönetecek eğitimli bilişim teknolojileri ile simülasyon personelinin istihdamını da içeren geniş bir yelpazeyi kapsar (Guillen-Aguinaga ve ark., 2025; Thrift ve ark., 2025;). Chen ve ark. (2025) yaptığı bir çalışma, öğrencilerin sanal gerçeklik eğitim seçeneklerini değerlendirirken maliyeti en önemli faktör olarak gördüklerini ortaya koyarak bu engelin önemini vurgulamaktadır.

Uygulama sırasında karşılaşılan teknik ve kullanılabilirlik sorunları da öğrenme deneyimini olumsuz etkileyebilmektedir. İnternet bağlantısı sorunları, sistemin yavaş çalışması, beklenmedik güncellemelerin oturumları kesintiye uğratması, kontrolcülerdeki zorluklar ve ses tanıma sistemlerindeki hatalar sıkça bildirilen teknik problemler arasındadır (Thrift ve ark., 2025; Yeo ve ark., 2024; Zhang ve ark., 2024). Ayrıca, kötü tasarlanmış kullanıcı arayüzleri ve teknolojiye aşina olmayan kullanıcılar için dik bir öğrenme eğrisi gibi kullanılabilirlik zorlukları da öğrenme sürecini aksatabilmektedir (Johansen ve ark., 2025).

Fizyolojik ve bilişsel zorluklar da sana gerçeklik kullanımının dikkate alınması gereken bir diğer boyutudur. Sanal gerçeklik kullanımının en sık bildirilen fizyolojik yan etkisi, "siber hastalık" (cybersickness) olarak bilinen durumdur. Baş dönmesi, mide bulantısı ve göz yorgunluğu gibi belirtilerle kendini gösteren bu durum, bazı kullanıcılar için önemli bir rahatsızlık kaynağıdır (Guillen-Aguinaga ve ark., 2025; Ma ve ark., 2024). Thrift ve ark. (2025) çalışmasında, öğrencilerin yaklaşık %51'inin siber hastalıkla ilgili genel endişeler taşıdığını belirtmesi, bu sorunun yaygınlığını göstermektedir. Fizyolojik zorluklara ek olarak, bilişsel yük de önemli bir faktördür. Bazı çalışmalar, özellikle sürükleyici olmayan veya kötü tasarlanmış simülasyonların, öğrencilerin zihinsel çabasını ve içsel bilişsel yükünü artırabildiğini gösterirken, diğer çalışmalar bilişsel yük açısından geleneksel yöntemlerle anlamlı bir fark bulamamıştır (Huai ve ark., 2024; Lavoie ve ark., 2025).

SONUÇ

Bu derlemede, lisans hemşirelik eğitiminde sanal gerçeklik destekli öğretim uygulamalarına ilişkin 2020–2025 dönemi güncel kanıtlar sentezlenmiştir. Genel olarak literatür, sanal gerçekliğin hemşirelik öğrencilerinin bilişsel, psikomotor ve duyuşsal öğrenme çıktıları üzerinde anlamlı katkılar sağlayabildiğini göstermektedir. Özellikle bilgi edinimi ve

kalıcılığının desteklenmesi, klinik karar verme ve problem çözme gibi üst düzey bilişsel becerilerin güvenli senaryolar üzerinden geliştirilmesi, teknik becerilerde tekrarlı uygulama olanağı ve klinik uygulamaya hazır bulunuşluk algısının güçlenmesi sanal gerçekliğin öne çıkan kazanımlarıdır. Duyuşsal alanda ise snal gerçekliğin öz-yeterlilik ve özgüveni artırması ve kaygıyı azaltması, öğrencilerin klinik ortama daha hazırlıklı ve dayanıklı biçimde geçişini kolaylaştıran önemli bir bulgu alanı olarak dikkat çekmektedir.

Bununla birlikte, sanal gerçekliğin hemşirelik eğitimine entegrasyonu; yüksek maliyet ve altyapı gereksinimi, teknik aksaklıklar, kullanılabilirlik sorunları, haptik geri bildirim eksikliği, siber hastalık (baş dönmesi, bulantı, göz yorgunluğu) ve bazı çalışmalarda bilişsel yük artışı gibi sınırlılıklarla karşı karşıyadır. Ayrıca, VR'nin geleneksel yöntemlere kıyasla her öğrenme hedefinde tutarlı üstünlük göstermemesi, pedagojik tasarımın (senaryo kalitesi, öğrenme hedefleriyle uyum, geri bildirim ve kolaylaştırıcılık) belirleyici rolünü vurgulamaktadır.

Sonuç olarak sanal gerçeklik, hemşirelik lisans eğitiminde klinik uygulamayı destekleyen, risksiz ve öğrenci merkezli deneyimsel öğrenme sağlayan güçlü bir tamamlayıcı araçtır. Etkin kullanım için sanal gerçeklik uygulamalarının müfredat hedefleriyle hizalanması, standartlaştırılmış senaryo geliştirme ve değerlendirme yaklaşımlarının benimsenmesi, eğitici/kolaylaştırıcı eğitimlerinin planlanması ve öğrencilerin siber hastalık açısından izlenerek uygun süre–sıklıkta kullanımının düzenlenmesi önerilmektedir. Gelecek çalışmaların, farklı sanal gerçeklik türlerinin (sürükleyici/sürükleyici olmayan) karşılaştırıldığı, uzun dönemli izlem içeren ve klinik performansa transferi değerlendiren çok merkezli araştırmalara odaklanması, kanıt düzeyini güçlendirecektir.

KAYNAKLAR

Alsharari, M. F., Alshammari, F., & Sub-Sena, D. (2025). The effectiveness of virtual simulation technologies on communication, problem-solving, and professional core competencies in nursing education: a systematic review. *BMC Nursing, 24*, 432. https://doi.org/10.1186/s12912-025-03076-y

Chang, C. Y., Sung, H. Y., Guo, J. L., Chang, B. Y., & Kuo, F. R. (2019). An exploratory study using social learning theory in a spherical video-based virtual reality system for childbirth education training. *Interactive Learning Environments, 27*(8), 1028-1044. https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1661854

Chang, W., Lin, C., Crilly, J., Lee, H., Chen, L., & Han, C. (2025). Virtual Reality Simulation for Undergraduate Nursing Students for Care of Patients With Infectious Diseases: Mixed Methods Study. Jmir Medical Education, 11, e64780. https://doi.org/10.2196/64780

Clara, J., Downing, C., Ndayizigamiye, P., & Myburgh, P. (2025). Immersive solutions: South African community service nurses' perspectives on virtual reality potential in hypertension management. Frontiers in Digital Health, 7. https://doi.org/10.3389/fdgth.2025.1430438

Chen, F., Leng, Y., Ge, J., Wang, D., Li, C., Chen, B., … & Sun, Z. (2020). Effectiveness of Virtual Reality in Nursing Education: Meta-Analysis. Journal of Medical Internet Research, 22(9), e18290. https://doi.org/10.2196/18290

Chen, Y., He, Y., Zou, X., Cai, H., Yiu, H. H. E., & Ming, W. K. (2025). Undergraduate nursing students' preferences for virtual reality simulations in nursing skills training: A discrete choice experiment. *Digital Health*, *11*, 1-12. https://doi.org/10.1177/20552076251339009

Choi, H., Tak, S. H., & Lee, D. (2023). Learning flow, self-efficacy, and satisfaction in virtual clinical simulation and clinical case seminar among nursing students: a descriptive cross-sectional study. *BMC Nursing*, *22*(1), 454. https://doi.org/10.1186/s12912-023-01621-1

Dong, Y., Sun, J., He, M., Zhu, X., Zhang, S., Wang, W., Fang, S., Song, H., & Sun, J. (2024). Application of virtual reality in nursing communication education: A systematic review. *Journal of Professional Nursing*, *54*, 171–179. https://doi.org/10.1016/j.profnurs.2024.07.005

Guillen-Aguinaga, L., Rayón-Valpuesta, E., Guillen-Aguinaga, S., Rodriguez-Diaz, B., Montejo, R., Alas-Brun, R., Aguinaga-Ontoso, E., Onambele, L., Guillen-Aguinaga, M., Guillen-Grima, F., & Aguinaga-Ontoso, I. (2025). Mixed reality in undergraduate nursing education: A systematic review and meta-analysis of benefits and challenges. *Nursing Reports*, *15*. https://doi.org/10.3390/nursrep15050137

Harder, N., Ali, F., Turner, S., Workum, K., & Gillman, L. (2025). Comparing artificial intelligence-enhanced virtual reality and simulated patient simulations in undergraduate nursing education. *Clinical Simulation in Nursing*, *105*, 101780. https://doi.org/10.1016/j.ecns.2025.101780

Heyn, L. G., Amsrud, K. E., Tønsberg, T., Gåsevik, T. H., Alfheim, K., & Fagerstrøm, L. (2023). Virtual simulation to support nursing students' learning in higher education: A scoping review. *PEC Innovation*, *3*, 100233. https://doi.org/10.1016/j.pecinn.2023.100233

Huai, P., Li, Y., Wang, X., Zhang, L., Liu, N., & Yang, H. (2024). The effectiveness of virtual reality technology in student nurse education: A systematic review and meta-analysis. *Nurse Education Today*, *138*, 106189. https://doi.org/10.1016/j.nedt.2024.106189

Johansen, F., Toft, H., Stalheim, O. R., & Løvsletten, M. (2025). Exploring the potential of virtual reality in nursing education: learner's insights and future directions. *Advances in Simulation*, *10*, 7. https://doi.org/10.1186/s41077-024-00305-w

Lavoie, P., Brien, L. A., Ledoux, I., Gosselin, É., Khetir, I., Crétaz, M., & Turgeon, N. (2025). Immersive and non-immersive virtual reality: A quasi-experimental study in undergraduate nursing education. *Clinical Simulation in Nursing*, *99*, 101682. https://doi.org/10.1016/j.ecns.2024.101682

Lee, E. and Ryu, M. (2021). Development and Effects of a Nursing Education Program Using Virtual Reality for Enhancing Clinical Decision-Making Ability in Respiratory Disease Nursing Care. Journal of Korean Academy of Fundamentals of Nursing, 28(4), 458-469. https://doi.org/10.7739/jkafn.2021.28.4.458

Ma, J., Wang, Y., Joshi, S., Wang, H., Young, C., Pervez, A., Qu, Y., & Washburn, S. (2024). Using immersive virtual reality technology to enhance nursing education: A comparative pilot study to understand efficacy and effectiveness. *Applied Ergonomics*, *115*, 104159. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2023.104159

Medel, D., Reguant, M., Cemeli, T., Jiménez Herrera, M., Campoy, C., Bonet, A., Sanromà-Ortíz, M., & Roca, J. (2024). Analysis of knowledge and satisfaction in virtual clinical simulation among

nursing students: A mixed study. *Nursing Reports, 14*, 1067–1078. https://doi.org/10.3390/nursrep14020081

Pardue, K., Holt, K., Dunbar, D., & Baugh, N. (2022). Exploring the Development of Nursing Clinical Judgment Among Students Using Virtual Reality Simulation. Nurse Educator, 48(2), 71-75. https://doi.org/10.1097/nne.0000000000001318

Pernica, K., Virtanen, H., Bager, I. L., Jordan, F., Dütthorn, N., & Stolt, M. (2023). Virtual reality simulation enabling high level immersion in undergraduate nursing education: A systematic review. *Journal of Nursing Education and Practice, 13*(11), 20-30. https://doi.org/10.5430/jnep.v13n11p20

Thrift, J., Hill, K., Bagwell, J., Gonzales, L., Anderson, R., O'dell, A., Boice, O., Card, B., & Stewart, K. (2025). A curricular approach to implementing virtual reality simulation (VR-Sim). *Nursing Outlook, 73*, 102486. https://doi.org/10.1016/j.outlook.2025.102486

Yeo, J. Y., Nam, H., Park, J. I., & Han, S. Y. (2024). Multidisciplinary design–based multimodal virtual reality simulation in nursing education: Mixed methods study. *JMIR Medical Education, 10*, e53106. https://doi.org/10.2196/53106

Zhang, L., Huang, Y. L., Wu, X. Q., Liu, C. Y., Zhang, X. L., Yang, X. Y., Lai, H. M., Fu, J., & Yang, M. F. (2024). The impact of virtual clinical simulation on nursing students' palliative care knowledge, ability, and attitudes: A mixed methods study. *Nurse Education Today, 132*, 106037. https://doi.org/10.1016/j.nedt.2023.106037

TÜRKİYE'DE MEYDANA GELEN DEPREMLERDEN ÖĞRENDİKLERİMİZ: YAPISAL DAVRANIŞ, DENETİM VE UYGULAMA AÇISINDAN BİR DEĞERLENDİRME

Doç. Dr. Ali SARIBIYIK
Department of Civil Engineering, Sakarya University of Applied Sciences, Esentepe Campus, Sakarya 54050, Türkiye
Earthquake Studies Research and Application Center, Sakarya University of Applied Sciences, Esentepe Campus, Sakarya 54050, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-6422-0251
Aysu ASLANKILIÇ
Department of Civil Engineering, Graduate Education Institute, Sakarya University of Applied Sciences, Esentepe Campus, Sakarya 54050, Türkiye
ORCID ID: 0009-0003-4050-9768
Berranur ÇETİN
Department of Civil Engineering, Graduate Education Institute, Sakarya University of Applied Sciences, Esentepe Campus, Sakarya 54050, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-1216-7540
Berranur DÜZCAN
Department of Civil Engineering, Graduate Education Institute, Sakarya University of Applied Sciences, Esentepe Campus, Sakarya 54050, Türkiye
ORCID ID: 0009-0003-8159-9966
Ebrar ERTÜRK
Department of Civil Engineering, Graduate Education Institute, Sakarya University of Applied Sciences, Esentepe Campus, Sakarya 54050, Türkiye
ORCID ID: 0009-0005-0317-1256
Esra AKARSU
Department of Civil Engineering, Graduate Education Institute, Sakarya University of Applied Sciences, Esentepe Campus, Sakarya 54050, Türkiye
ORCID ID: 0009-0007-0327-3644
İnanç AKAY
Department of Civil Engineering, Graduate Education Institute, Sakarya University of Applied Sciences, Esentepe Campus, Sakarya 54050, Türkiye
ORCID ID: 0009-0005-3391-7450
Özge AKGÜLLÜ
Department of Civil Engineering, Graduate Education Institute, Sakarya University of Applied Sciences, Esentepe Campus, Sakarya 54050, Türkiye
ORCID ID: 0000-0002-4570-3290
Şenol ERDOĞAN
Department of Civil Engineering, Graduate Education Institute, Sakarya University of Applied Sciences, Esentepe Campus, Sakarya 54050, Türkiye

ÖZET

Türkiye, aktif fay hatları üzerinde yer alması nedeniyle yüksek deprem tehlikesine sahip ülkeler arasında bulunmaktadır. Son depremler, yapı güvenliğinin projelendirme, uygulama, denetim ve kullanım aşamalarında oluşan bütüncül bir süreç olduğu ve bu süreçteki en zayıf aşamanın yapının deprem performansını belirlediğini açıkça ortaya koymuştur. Bu çalışma, son depremlerden elde edilen veriler doğrultusunda, yapı güvenliği alanında oluşan bilgi birikiminin yönetmeliklere, denetim süreçlerine, uygulama yaklaşımlarına ve yapıların

kullanım aşamalarına yansımalarını değerlendirmektedir. Zayıf kat, kısa kolon, burulma düzensizliği ve çekiçleme etkisi gibi tekrarlayan yapısal hasar mekanizmaları incelenmiş ve bu hasarların oluşum nedenleri değerlendirilmiştir. Yapı hasarları üzerinde zemin türünün etkisi, deprem mühendisliğinde geçmişten günümüze oluşan bilgi birikimi çerçevesinde ele alınarak mevcut yaklaşımların durumu tartışılmıştır. Ayrıca yapı denetim sisteminin durumu, tarihsel gelişimi ve sahaya yansıması açısından değerlendirilmiştir. Elde edilen bulgular, deprem riskinin azaltılmasında yalnızca yönetmeliklerdeki gelişimin değil, uygulama kalitesinin artırılmasının, denetim mekanizmalarının güçlendirilmesinin ve yaygınlaştırılmasının da kritik öneme sahip olduğunu göstermektedir. Buna ek olarak, deprem sonrası hasar tespit süreci güncel yönergeler, akademik eğitimler ve dijital uygulamalarla önemli ölçüde gelişmiş olsa da, bu birikimin saha uygulamalarında her zaman tutarlı biçimde işletilemediği ve farklı değerlendirmelere yol açabildiği görülmektedir.

Anahtar kelimeler: Deprem tehlikesi, Yapı güvenliği, Uygulama kalitesi, Denetim mekanizmaları, Deprem performansı

LESSONS FROM EARTHQUAKES IN TURKEY: AN EVALUATION FROM THE PERSPECTIVE OF STRUCTURAL BEHAVIOR, INSPECTION, AND IMPLEMENTATION

ABSTRACT

Türkiye is among the countries with a high risk of earthquakes due to its location on active fault lines. Recent earthquakes have clearly demonstrated that structural safety is a holistic process encompassing design, implementation, inspection, and use, and that the weakest stage in this process determines the seismic performance of the structure. This study evaluates the reflections of accumulated knowledge in the field of structural safety on regulations, inspection processes, application approaches, and the use phases of structures, based on data obtained from recent earthquakes. Repetitive structural damage mechanisms such as weak story, short column, torsional irregularity, and hammering effect are examined, and the causes of these damages are evaluated. The effect of soil type on structural damage is discussed within the framework of the accumulated knowledge in earthquake engineering from the past to the present, and the current state of approaches is debated. In addition, the state of the building inspection system is evaluated in terms of its historical development and its reflection in the field. The findings show that in reducing earthquake risk, not only the development of regulations but also increasing the quality of application, strengthening and expanding inspection mechanisms are of critical importance. In addition, although the post-earthquake damage assessment process has

significantly improved with current guidelines, academic training, and digital applications, it is observed that this accumulated knowledge is not always applied consistently in field practices and can lead to differing assessments.

Keywords: Seismic hazard, Structural safety, Construction quality, Inspection mechanisms, Seismic performance

1. GİRİŞ

Türkiye, aktif fay sistemleri üzerinde yer alması nedeniyle yüksek deprem tehlikesine sahip ülkeler arasında bulunmaktadır. Tarihsel süreçte meydana gelen büyük depremler, yapı güvenliğinin yalnızca tasarım aşamasıyla sınırlı olmadığını; uygulama kalitesi, zemin koşulları ve denetim mekanizmalarının deprem performansında belirleyici rol oynadığını açık biçimde ortaya koymuştur. Özellikle 24 Ocak 2020 Elazığ–Sivrice Depremi ve 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş merkezli Pazarcık ve Elbistan depremleri, geniş bir coğrafyada farklı yapı türlerinin benzer deprem etkileri altında sergilediği davranışları karşılaştırma imkânı sunmuş ve tekrarlayan hasar mekanizmalarını görünür kılmıştır (Caglar ve ark., 2023; Altunişik ve ark., 2023; Demir ve ark., 2025; İTÜ, 2023;).

Deprem sonrası gerçekleştirilen saha incelemeleri, betonarme yapılarda gözlenen hasarların önemli bir bölümünün; yumuşak kat oluşumu, kısa kolon etkisi, burulma düzensizliği, yetersiz enine donatı, düşük beton dayanımı ve uygulama hataları ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Kahramanmaraş depremleri sonrasında yapılan kapsamlı saha çalışmalarında, benzer taşıyıcı sistemlere sahip yapıların farklı hasar seviyeleri göstermesinde uygulama kalitesi ve detaylandırma hatalarının belirleyici olduğu raporlanmıştır (Altunişik ve ark., 2023; Atmaca ve ark., 2023; İTÜ, 2023). Benzer biçimde, Elazığ–Sivrice depremi sonrası yapılan incelemeler, projeye aykırı donatı yerleşimi ve yetersiz işçilik nedeniyle yapıların öngörülen performansı sağlayamadığını ortaya koymuştur (Caglar ve ark., 2023).

Bu depremlerden elde edilen **ivme–zaman kayıtları,** deprem mühendisliği açısından önemli çıkarımlar sunmaktadır. Kahramanmaraş depremleri sırasında bazı istasyonlarda ölçülen yer hareketlerinin, özellikle orta ve uzun periyotlarda, **TBDY-2018'de tanımlanan tasarım spektrumlarını aştığı;** yakın fay etkisi ve atım karakterli yer hareketlerinin taşıyıcı sistem taleplerini önemli ölçüde artırdığı rapor edilmiştir (Altunişik ve ark., 2023; Demir ve ark., 2025; İTÜ, 2023). Bu bulgular, büyük depremlerden elde edilen güncel saha ve kayıt verilerinin, deprem yönetmeliklerinin geliştirilmesi açısından önemli bir bilimsel geri besleme niteliği taşıdığını göstermektedir.

Depremlerden elde edilen bu saha deneyimleri, inşaat mühendisliği alanında önemli kazanımların da önünü açmıştır. Türkiye'de deprem yönetmelikleri zaman içinde geliştirilmiş; süneklik, kapasite tasarımı ve performansa dayalı değerlendirme yaklaşımları mühendislik pratiğinin merkezine yerleştirilmiştir (TBDY, 2018). Ancak saha gözlemleri, yönetmeliklerde tanımlanan ilkelerin uygulamada her zaman yeterince karşılık bulamadığını ve uygulama–denetim süreçlerinin deprem güvenliği açısından en az tasarım kadar kritik olduğunu ortaya koymaktadır (Caglar ve ark., 2023; Altunişik ve ark., 2023).

Deprem sonrası hasar tespit çalışmaları, yapıların mevcut durumunun belirlenmesi ve müdahale kararlarının alınması açısından kritik bir role sahiptir. Kahramanmaraş depremleri sonrasında yürütülen geniş ölçekli hasar tespit çalışmalarında, hızlı değerlendirme ihtiyacı ile teknik ayrıntı düzeyi arasındaki dengenin sağlanmasının güç olduğu; hasar tespiti ile yapı risk değerlendirmesinin zaman zaman birbirine karıştırılabildiği raporlanmıştır (İTÜ, 2023; Aydoğdu ve Aslan, 2023).

Bu çalışma; **son yıllarda meydana gelen depremler** sonrasında gerçekleştirilen saha gözlemleri, teknik raporlar ve akademik çalışmalar ışığında, yapı hasarlarının nedenlerini, deprem yönetmeliklerinin gelişimini, hasar tespit uygulamalarını ve yapı denetim sistemindeki dönüşümü yapısal **mühendislik perspektifinden bütüncül bir yaklaşımla** değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Çalışmanın özgün yönü, farklı deprem olaylarından elde edilen **yazar katkılı saha verilerini,** ivme kayıtları ve mevzuat çerçevesiyle birlikte ele alarak, uygulamaya dönük mühendislik çıkarımları sunmasıdır.

2. DEPREMLER SONRASI YAPISAL DAVRANIŞA İLİŞKİN TEMEL BULGULAR

Türkiye'de meydana gelen büyük depremler, yapıların deprem performansını belirleyen temel unsurların yalnızca tasarım aşamasıyla sınırlı olmadığını; uygulama kalitesi ve denetim süreçlerinin en az tasarım kadar belirleyici olduğunu açık biçimde ortaya koymuştur. Özellikle 1999 Marmara ve 2023 Kahramanmaraş depremleri, farklı yapı tiplerinin benzer deprem etkileri altında sergilediği davranışları karşılaştırma imkânı sunmuş ve tekrarlayan hasar mekanizmalarını görünür kılmıştır. Bu bölümde, deprem sonrası yapılan saha gözlemleri, hazırlanan teknik raporlar ve yapılan yayın çalışmaları ışığında, yapı hasarları ve nedenleri değerlendirilirmiştir.

2.1. Tekrarlayan Yapısal Hasar Mekanizmaları

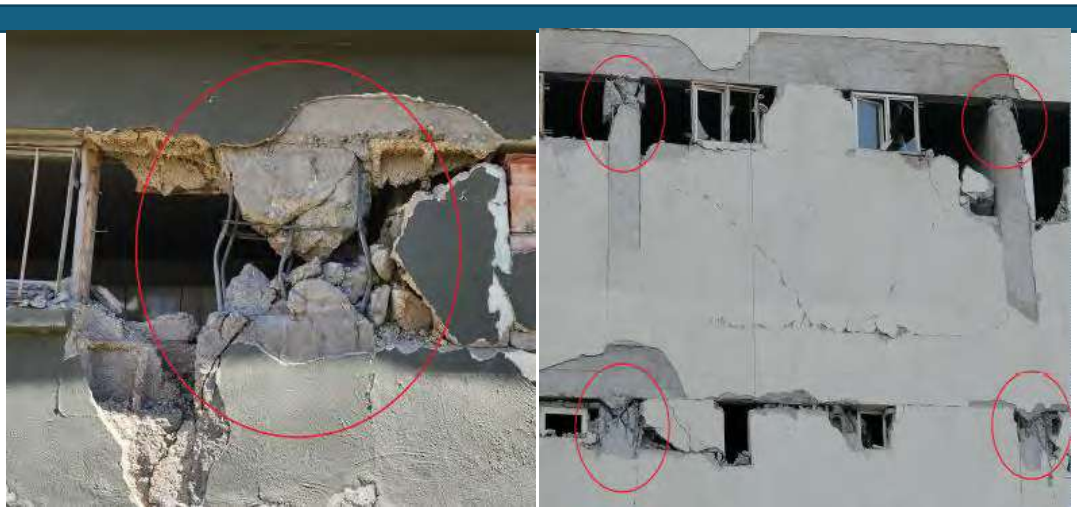
Depremde tasarım prensibi gereği yapıların öngörülen eleman ve bölgelerden hasar alması beklenmektedir. Ancak Deprem sonrası yapılarda gözlenen hasarlar, taşıyıcı sistemin deprem etkileri altındaki davranışındaki yetersizlikleri doğrudan ortaya koymaktadır. Türkiye'de

meydana gelen depremler, özellikle yumuşak kat, kısa kolon davranışı, burulma düzensizliği, zemin türü, çekiçleme etkisi, donatı detaylandırma eksiklikleri, beton dayanımı yetersizliği ve işçilik hatalarının yapısal hasarlarda belirleyici olduğunu göstermektedir. Yumuşak kat oluşumu, çoğunlukla zemin katta geniş açıklıklar, dükkân cepheleri veya yetersiz perde kullanımı gibi nedenlerle oluşmakta; kesme kuvveti talebinin ani artması nedeniyle kat göçmesine kadar ilerleyen ağır hasarlar meydana gelmektedir. Özellikle 1999 Marmara ve 2023 Kahramanmaraş depremleri sonrasında hazırlanan teknik inceleme raporlarında, yumuşak kat hasarının göçmenin en yaygın sebeplerinden biri olduğu vurgulanmıştır (AFAD, 2023; Cansız, 2022). Şekil 2.1'de yumuşak kat oluşumu ile göçen bina örneği gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Yumuşak kat hasarı örneği (Afad, 2023)

Perde duvarları, dolgu duvar düzenlemeleri veya kısmen kapatılmış açıklıklar nedeniyle kolon serbest yüksekliğinin kısıtlanması sonucu ortaya çıkan kısa kolon etkisi, kolon uçlarında yüksek kesme kuvvetlerinin oluşmasına yol açmakta ve bu durum kolonlarda gevrek kırılma mekanizmalarını tetiklemektedir (Cağlar ve ark. 2023). Kısa kolon davranışı, özellikle okul ve kamu binalarında yaygın olarak gözlenen önemli bir hasar türüdür. Şekil 2.2' kısa kolon etkisine maruz kalmış hasarlı bir bina örneği sunulmuştur.



Şekil 2.2. Kısa kolon hasarına örnekler (06 Şubat Kahramanmaraş Pazarcık ve Elbistan Depremleri) (KTÜ, DÜ, SAÜ, SUBÜ, SCÜ ve GÜ Ortak Deprem Raporu, 2023)

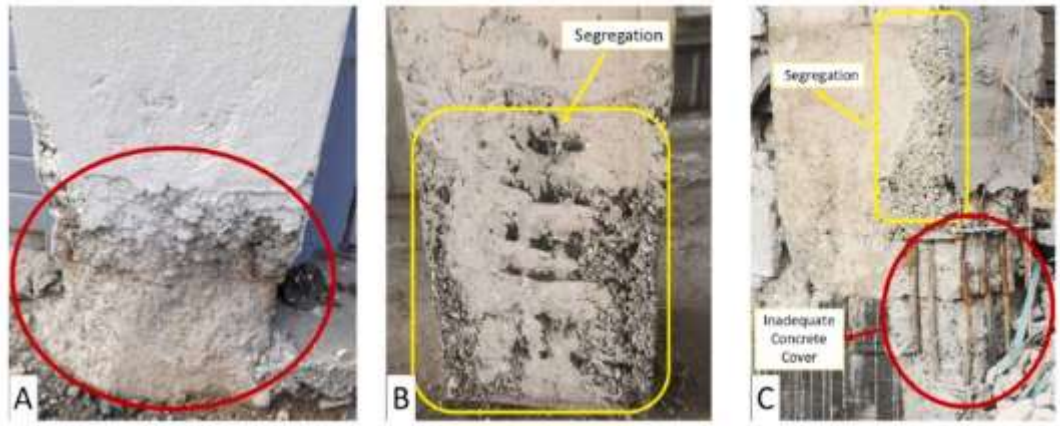
Burulma düzensizliği, taşıyıcı elemanların planda simetrik dağılmaması veya rijitlik merkezinin kütle merkezinden uzak olması sonucunda yapının deprem sırasında burulma hareketine maruz kalmasına yol açmaktadır. Bu durumda yapı çevresindeki kolonlarda aşırı eğilme ve kesme talepleri meydana gelerek kritik bölgelerde ağır hasarlar oluşmaktadır.

6 Şubat 2023 Kahramanmaraş depremlerinde, bitişik nizam yapılaşmanın yaygın olduğu bölgelerde yeterli deprem derzi bırakılmaması nedeniyle komşu binalar arasında çekiçleme (pounding) etkisi gözlemlenmiş (Şekil 2.3.); bu etki, yumuşak/zayıf kat ve kısa kolon gibi diğer düzensizliklerle birlikte hasarın artmasına katkı yapan mekanizmalardan biri olarak raporlanmıştır(Vural ve ark. 2025).

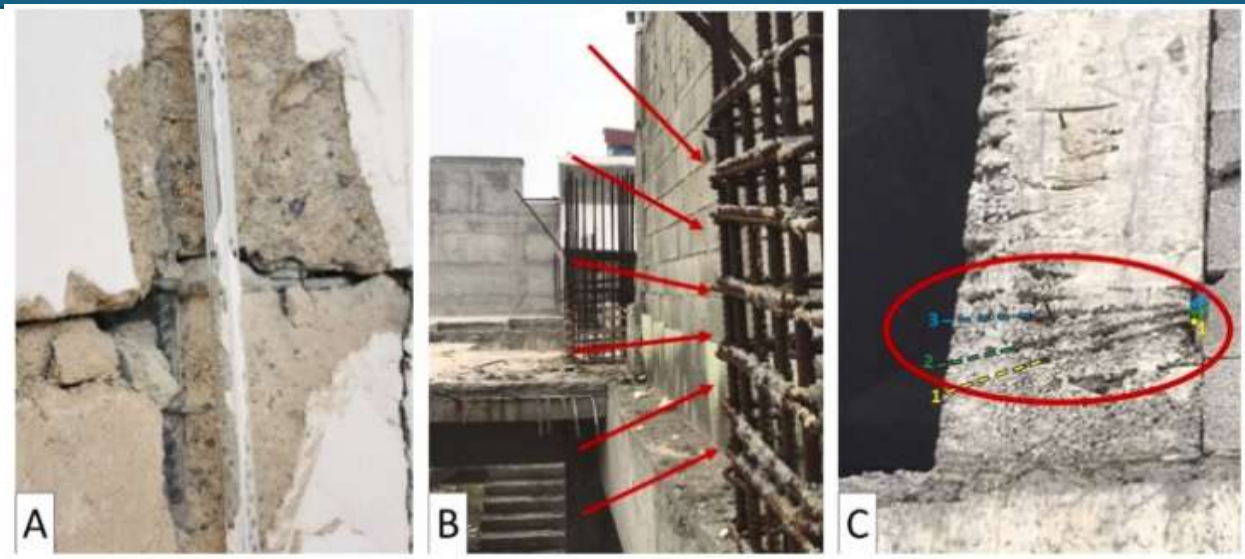


Şekil 2.3. Çekiçleme etkisi ile hasar alan bina örneği (a) dışarıdan görünüş (b) içeriden görünüş

Deprem sonrası incelenen yapılar, donatı detaylandırma hatalarının ve düşük beton dayanımının hasar oluşumunda belirleyici faktörler olduğunu göstermektedir. Kalitesiz beton kullanımı, etriye aralıklarının genişliği, bindirme boyu yetersizlikleri, kolon-kiriş birleşim bölgesi sıkılaştırmasının yapılmaması ve işçilik hataların taşıyıcı elemanlarda dayanım ve süneklik kayıplarına yol açmaktadır. TBDY 2018 ile beton dayanımı, donatı detaylandırma, süneklik, kapasite tasarımı ve birleşim bölgelerinin detaylandırılması konusunda önemli iyileştirmeler yapılmıştır. Buna karşın, TBDY 2018'e göre projelendirilmiş natamam betonarme yapılarda gerçekleştirilen saha incelemeleri, yönetmelik düzeyinde öngörülen iyileştirmelerin uygulama ve denetim süreçlerindeki yetersizler nedeniyle sahaya etkin biçimde yansıtılamadığını ortaya koymaktadır. Beton dayanımı, donatı detaylandırması ve birleşim bölgelerine ilişkin yaygın uygulama hatalarının, bu yapılarda dahi gözlemlenmesi, yapı denetim sisteminin sahada beklenen düzeyde işlevsel olmadığını göstermektedir. Bu bulgular, denetim mekanizmasının çoğu durumda biçimsel bir kontrol süreci olarak işletildiğini ve TBDY 2018'in öngördüğü sünek davranış ve kapasite tasarımı ilkelerinin uygulamada güvence altına alınamadığını ortaya koymaktadır(Kırtel ve ark. 2024). Şekil 2.4'te sunulan kalıp beton dökümü ve bakım sürecinde oluşan hasar örnekleri, Şekil 2.5'te sunulan işçilik kaynaklı yanlış imalat örnekleri bu durumu açıkça göstermektedir.



Şekil 2.4. Yanlış yerleştirme, sıkıştırma ve bakım nedeniyle betonda oluşan hasar.



Şekil 2.4. Yanlış imalat ve kalitesiz işçilik örnekleri

2.2. Zemin–Üstyapı Etkileşiminin Yapı Hasarlarına Etkisi

Deprem sonrası saha incelemeleri, zemin sıvılaşmasının görüldüğü ve zemin taşıma gücünün zayıf olduğu bölgelerde yapı hasarlarının belirgin biçimde yoğunlaştığını göstermektedir. Yumuşak zeminlerin sıvılaşma ve zemin büyütmesi etkileri, üst yapıda oluşan ivme taleplerini artırmakta; bu durum hem taşıyıcı sistem elemanlarında hem de dolgu duvarlarında yüksek hasar düzeylerine yol açmaktadır (Altunişik ve ark., (2023); Demir ve ark., 2025). Ayrıca sıvılaşma ve buna bağlı oturma problemleri, temel sistemine zarar vererek üst yapının deprem performansını önemli ölçüde olumsuz etkilemektedir.



Şekil 3. Adıyaman ve İskenderun'da Zemin sıvılaşması sonucu yan yatan bina örneği

3. DEPREM DENEYİMLERİNİN MEVZUAT VE UYGULAMA SÜREÇLERİNE YANSIMALAR

3.1. Türkiye Deprem Yönetmeliklerinde Gelişim ve Temel Farklılıklar

Türkiye'de inşaat mühendisliği uygulamalarının gelişimi, doğrudan deprem yönetmeliklerinin yapısal davranışa ilişkin yaklaşımındaki değişimlerle izlenebilmektedir. Depremler sonucunda öğrendiklerimizin ışığında yönetmeliklerin güncellenmesi elzem hale gelmektedir. Her yeni deprem teknik perspektifte topluma ve akademiye bir ders niteliği taşımaktadır. Deprem kaynaklı can ve mal kayıplarını azaltmayı amaçlayan mevzuat, her güncellemede yeni bilimsel verileri, saha gözlemlerini ve uluslararası tasarım ilkelerini içeren daha kapsamlı bir mevzuata dönüşmüştür. Ülkemizde 1940, 1940, 1944, 1949, 1953 1962, 1968, 1975, 1998, 2007 ve 2018 yıllarında deprem yönetmelikleri yürürlüğe girmiştir. Ancak 1975 ve sonrasında yürürlüğe giren yönetmelikler ülkemizde deprem mühendisliği pratiğinin dönüm noktalarını oluşturmaktadır. Yönetmeliklerin temel farkları; deprem tehlikesinin tanımlanışı, tasarım yöntemleri, performans hedefleri, süneklik yaklaşımı, kapasite tasarımı ilkeleri ve mevcut yapıların değerlendirilmesi başlıkları altında belirginleşmektedir.

Türkiye'de deprem yönetmelikleri, büyük depremlerden elde edilen saha gözlemleri ve mühendislik deneyimleri doğrultusunda zaman içinde önemli bir gelişim süreci geçirmiştir. 1975 tarihli *Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik* deprem etkisini bölgesel katsayılara dayalı olarak tanımlayan ve doğrusal elastik eşdeğer deprem yükü yaklaşımını esas alan bir tasarım anlayışı benimsemiştir. Ancak bu dönemde süneklik, kapasite tasarımı ve detaylandırma esaslı performans kavramları sınırlı kalmıştır.

1998 Deprem Yönetmeliği, süneklik kavramını ve spektral tasarım yaklaşımını yönetmelik düzeyinde tanımlayarak önemli bir geçiş aşaması oluşturmuştur. Güçlü kolon–zayıf kiriş ilkesi ve kapasite tasarımı anlayışı bu dönemde benimsenmiş; ancak mevcut yapıların performans değerlendirilmesine yönelik kapsamlı bir çerçeve henüz geliştirilmemiştir. Yürürlüğe giren 2007 Deprem Yönetmeliği, modern deprem mühendisliğine geçişi temsil etmiş; spektral tasarım yaklaşımını geliştirmiş, süneklik düzeylerini tanımlamış ve mevcut binaların değerlendirilmesine yönelik ilk kapsamlı bölümü içermiştir. Böylece performans esaslı tasarım anlayışının temelleri atılmıştır

Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY-2018) ise deprem tehlikesini noktasal spektral ivme değerleriyle tanımlayan yeni deprem tehlike haritasını, çok seviyeli deprem yer hareketlerini ve gelişmiş doğrusal olmayan analiz yöntemlerini içeren bütüncül bir yaklaşıma sahiptir. Davranış katsayısı ve dayanım fazlalığı sistematiği yenilenmiş; mevcut binaların değerlendirilmesi ve

performans hedefleri bilimsel temelde yeniden düzenlenmiş, uluslararası deprem mühendisliği standartlarıyla uyumlu ve temeli güçlü bir mevzuat yapısını oluşturmuştur.

Sonuç olarak, Türkiye deprem yönetmelikleri 1975'ten 2018'e uzanan süreçte; doğrusal kuvvet esaslı güvenlik anlayışından, sünek ve performansa dayalı çok seviyeli bir tasarım felsefesine **kademeli olarak geçiş göstermiştir**. Bu gelişim, deprem güvenliğinin yalnızca hesap temelli yaklaşımlar üzerinden değil, **risk temelli ve çok boyutlu değerlendirmelerle ele alınmasının hedeflendiğini** göstermektedir. Son dönemde Türkiye'de art arda meydana gelen büyük ölçekli depremler, ülkenin deprem tehlikesinin pratikte daha sık ve daha yıkıcı biçimde deneyimlendiğini göstermektedir. Bu depremler sırasında bazı bölgelerde ölçülen ivme değerlerinin, mevcut deprem yönetmeliklerinde tanımlanan tasarım ivmelerini aşması, gerçek yer hareketlerinin zaman zaman öngörülen sınırların üzerine çıkabildiğini ortaya koymuştur. Bu bağlamda, büyük depremlerden elde edilen güncel verilerin, deprem yönetmeliklerinin geliştirilmesine yönelik bilimsel bir girdi olarak değerlendirilmesi önem arz etmektedir.

3.2. Deprem Sonrası Hasar Tespiti Uygulamalarının Teknik ve İdari Boyutları

Türkiye'de deprem sonrası hasar tespit yöntemleri, saha deneyimleri, bilimsel çalışmalar ve afet yönetimi alanındaki kurumsal dönüşümlerle eşzamanlı olarak gelişen çok katmanlı bir yapıya sahiptir. Uygulamaların tarihsel ilerleyişi incelendiğinde, yöntemsel farklılaşmanın yalnızca mühendislik temelli bir değişim değil, aynı zamanda idari, teknolojik, ekonomik ve kurumsal süreçlerin olgunlaşmasıyla da doğrudan ilişkili olduğu görülmektedir.

1990'lı yılların sonuna kadar Türkiye'de deprem sonrası hasar tespiti çalışmaları büyük ölçüde gözlemsel sınıflandırmalara dayanmakta olup, taşıyıcı sistem bileşenlerinin eleman bazında ayrıntılı incelenmesi yaygın bir uygulama değildi. 1999 Marmara Depremi sonrasında hazırlanan resmî kılavuzlar ile hasar seviyelerinin tanımlanmasında ilk kez sistematik ölçütler ortaya konmuş ve saha uygulamalarında belirli bir standardizasyon sağlanmıştır. Bu dönem, 7269 sayılı Afet Kanunu'nun hasar tespiti uygulamalarında daha etkin biçimde kullanılmaya başlanmasıyla birlikte, idari çerçevenin teknik süreçleri yönlendirdiği önemli bir eşik olarak değerlendirilmektedir (Yüksel 2008; ilki ve ark 2021; Arslan 2025).

2000'li yılların ortasından itibaren akademik ve uygulamalı çalışmalar, betonarme eleman davranışına yönelik analitik yaklaşımları hasar sınıflandırmasına dâhil etmiş, kesme çatlağı, plastik mafsal oluşumu, beton ezilmesi ve donatı akması gibi mekanizmalar hem gözlemsel kriter hem de performans göstergesi olarak değerlendirilmeye başlanmıştır. Benzer biçimde, hasar tespit süreçlerinin kavramsal ve saha uygulaması boyutlarının karşılaştırıldığı çalışmalar, mevcut yöntemlerin güçlü ve zayıf yönlerini sistematik olarak ortaya koymuştur (Arslan, 2025).

Aynı dönemde Türkiye'de afet yönetimi yapısının yeniden ölçeklenmesi, hasar tespit uygulamalarını daha kurumsal bir çerçeveye oturtmuştur. Bu yasal ve kurumsal dönüşüm sayesinde, saha ekiplerinin standardizasyonu, veri toplama süreçlerinin dijitalleşmesi ve ulusal düzeyde koordinasyonun güçlenmesi hız kazanmıştır (Türkoğlu ve Yönder, 2011). Saha gözlemlerine dayalı acil hasar değerlendirme metodolojileri ise yapı elemanlarının tipik hasar örüntülerini sınıflandıran daha tutarlı bir yapıya kavuşturulmaya çalışılmışıdır (Yüksel, 2008). Son yıllarda yapılan çalışmalar, betonarme yapılarda hasar derecelendirme sürecinin yalnızca gözleme dayalı olamadığını; malzeme dayanımı, taşıyıcı sistem sürekliliği, düzensizlikler ve geçmiş müdahalelerin bütüncül olarak değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamıştır (Halıcı ve ark., 2025). Ayrıca, Kahramanmaraş depremleri sonrasında yayımlanan değerlendirme raporları, büyük ölçekli afetlerde geniş bir alana yayılan kapsamlı saha çalışmalarının yürütüldüğünü göstermektedir. Ancak depremin etkilediği alanın büyüklüğü, hasar tespit sürecinin etkin biçimde yürütülmesini zorlaştırmıştır. Bu süreçte idari kurumlar tarafından sahada görev alacak personele çevrim içi eğitimler verilmiş ve hızlı değerlendirme yöntemleri uygulanmıştır. Buna karşın, bazı hızlı değerlendirmelerde hasar tespiti ile yapı risk değerlendirmesi yeterince ayrıştırılamamış; deprem kaynaklı hasarı bulunmayan bazı yapılar hasarlı olarak raporlanmıştır. Bu durum, 22 Haziran 2025 tarihinde yürürlüğe giren *Afetler Sonrası Bina Hasar Tespiti Yapılmasına İlişkin Genel Kurallar Hakkında Yönetmelik* ile hasar tespitinin yalnızca son afete bağlı hasarları kapsadığı ve yapı riskini belirlemediği açıkça tanımlanarak, ileride oluşabilecek hatalı değerlendirmelerin önüne geçilmesi hedeflenmiştir. Ayrıca *Yönetmelik*'te tanımlanan hasar derecelendirme algoritmasının, saha uygulamalarında değerlendirme sürecini hızlandırması ve hasar sınıflandırmalarının daha tutarlı ve standart bir çerçevede yapılmasına katkı sağlaması öngörülmektedir (İlki ve ark., 2021; Halıcı ve ark.2025).

3.3. Denetim Mekanizmalarının Dönüşümü

3.3.1. Yapı Denetim Sisteminin Gelişimi ve Saha Uygulamalarındaki Karşılığı

Türkiye'de yapı denetim sistemi, deprem sonrası ortaya çıkan yapısal zafiyetler doğrultusunda mevzuat temelli olarak kademeli biçimde geliştirilmiştir. 1999 Marmara Depremi sonrasında, yapı üretim sürecindeki denetim eksikliklerinin belirgin hâle gelmesiyle birlikte, 2001 yılında yürürlüğe giren 4708 sayılı Yapı Denetimi Hakkında Kanun ile yapı denetimi merkezi ve kurumsal bir yapıya kavuşturulmuştur. Bu kanun kapsamında, yapı denetim kuruluşlarının onayı olmadan ruhsat verilmesi engellenmiş; denetim faaliyetlerinin tasarım, malzeme ve uygulama aşamalarını kapsayacak şekilde yürütülmesi esas alınmıştır.

4708 sayılı Kanun'u takiben yayımlanan Yapı Denetimi Uygulama Yönetmeliği (2008), denetim süreçlerinin sahada nasıl yürütüleceğini ayrıntılı biçimde tanımlamış; donatı, kalıp, beton ve proje kontrollerini standartlara bağlamıştır. Bununla birlikte, uygulamada denetimlerin sürekliliği ve etkinliği konusunda çeşitli aksaklıkların yaşandığı; denetim faaliyetlerinin zaman zaman fiilî saha gözetiminden ziyade evrak kontrolü ile sınırlı kaldığı, akademik çalışmalar ve deprem sonrası değerlendirme raporlarında vurgulanmaktadır (Özcebe, 2017; Gündoğan, 2021; Şimşek ve Çelik, 2022).

2011 Van Depremi, yapı denetim sisteminin uygulamadaki eksik yönlerini daha görünür hâle getirmiştir. Deprem sonrasında yapılan incelemeler, statik projeleri yürürlükteki yönetmeliklere uygun olan yapıların dahi; beton kalitesi, donatı yerleşimi, işçilik ve zemin etüdündeki yetersizlikler nedeniyle ağır hasar alabildiğini ortaya koymuştur. Bu durum, depreme dayanıklı yapı üretiminin yalnızca mühendislik hesaplarıyla sınırlı olmadığını; tasarım–malzeme–işçilik bileşenlerinin birlikte ve eş zamanlı denetlenmesi gerektiğini göstermiştir. Bu süreçte, özellikle taze betondan numune alınması ve deney süreçlerine ilişkin esaslar detaylandırılmış; bu kapsamda 2018 yılında yayımlanan tebliğler ile numune alma, deney, raporlama ve izleme süreçleri mevzuat düzeyinde güçlendirilmiştir.

2018 sonrasında yapı denetim sisteminde dijitalleşme ve izlenebilirlik ön plana çıkmıştır. Yapı sahipleri ile yapı denetim kuruluşlarının elektronik ortamda belirlenmesine ilişkin düzenlemeler ile müteahhit–denetçi ilişkilerinin sınırlandırılması amaçlanmış; denetim süreçlerinin daha şeffaf ve izlenebilir hâle getirilmesi hedeflenmiştir. Ayrıca yapı denetim kuruluşlarının faaliyetlerinin izlenmesi, idari yaptırımların uygulanması ve cezaların tahsiline ilişkin 2023 tarihli tebliğ ile denetim sisteminde yaptırımlar artırılmış ve kurumsal sorumluluklar netleştirilmiştir.

Bu mevzuat gelişimi, yapı denetim sisteminin yalnızca teknik bir kontrol mekanizması değil; aynı zamanda hukuki, idari ve dijital boyutları olan bütüncül bir yapı olarak ele alındığını göstermektedir. Ancak buna rağmen, sahada personel yetersizliği, uygulama sürekliliği, müteahhit baskısı ve proje–uygulama uyumsuzlukları gibi sorunların devam ettiği; dolayısıyla yapı denetim sisteminin mevzuatın yanı sıra uygulama kapasitesi açısından da sürekli olarak geliştirilmesi gerektiği anlaşılmaktadır.2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği ile birlikte değişen taşıyıcı sistem şartları, yapı denetimlerin proje kontrolü konusunda daha detaylı ve derin inceleme yapmasını sağlamıştır (İlki ve ark. 2021; Aydoğdu ve Aslan 2023). Bu dönemlerde teknolojinin de gelişmesi ile birlikte e-denetim ve dijital

izleme sistemleri kullanılmaya başlanmıştır. GPS ve zaman damgalı raporlar kullanılmaya başlanmış, süreç dijital ortamda takip edilmiştir(Şekil 3.1.).



Şekil 3.1. Elektronik beton izleme sistemi (EBİS)

Fotoğraflı denetimler zorunlu hale gelmiştir. Hatalı denetim yapan firmalara cezalar arttırılmıştır; iş durdurma, askıya alma, yüksek para cezaları gibi. Müteaahitlikler ise sınıflandırılmıştır, böylece artık herhangi bir müteaahit herhangi bir yapıyı üstlenmesi engellenmiştir. Radye temel kullanılması ve zemin iyileştirmesi yapılması yaygınlaştırılmıştır.

2023 Kahramanmaraş depremi sonrasında ise günümüzdeki haline evrimleşmiştir. Denetim sistemi daha bağımsız, daha teknik, daha dijital, daha yaptırımlı, daha şeffaf ve daha perormans odaklı bir sisteme dönüşmüştür. Ancak hala personel yoğunluğunun yetersizliği, denetim ve müteaahit baskısı, kaçak yapılaşma, proje-uygulama uyumsuzlukları gibi sorunlar yaşanmaktadır.

3.3.2. Laboratuvar, saha gözetimi ve kontrol raporları

Mevcut yapı denetim sistemi, mevzuatın güçlendirilmesi ve dijital uygulamaların yaygınlaşmasıyla birlikte daha teknik ve kurumsal bir yapıya kavuşmuştur. Laboratuvar denetimi, saha gözetimi ve raporlama süreçlerinden oluşan “üçlü denetim” yapısı, yapı üretiminde izlenebilirliği ve deprem güvenliğini artıran temel bir mekanizma oluşturmaktadır. Buna karşın, işçilik kalitesindeki değişkenlik, denetçi başına düşen iş yükü ve ekonomik baskılar, özellikle saha gözetiminin etkinliğini sınırlamaktadır. Uygulama hatalarının anlık

gelişmesi ve denetim personelinin şantiyede sürekli bulunamaması, proje ile uygulama arasındaki uyumsuzlukların zamanında tespit edilmesini zorlaştırmaktadır. Laboratuvar ve raporlama süreçleri büyük ölçüde standartlaştırılmış ve dijital sistemler üzerinden izlenebilir hâle getirilmiş olsa da, saha uygulamalarının aynı düzeyde sürekli denetlenmesi her zaman mümkün olamamaktadır. Bu nedenle yapı denetim sisteminin etkinliği, mevzuatın yanı sıra uygulama disiplini ve kurumsal kapasiteyle doğrudan ilişkilidir.

3.4. Proje, Uygulama ve Denetim Süreçlerindeki Kopukluklar

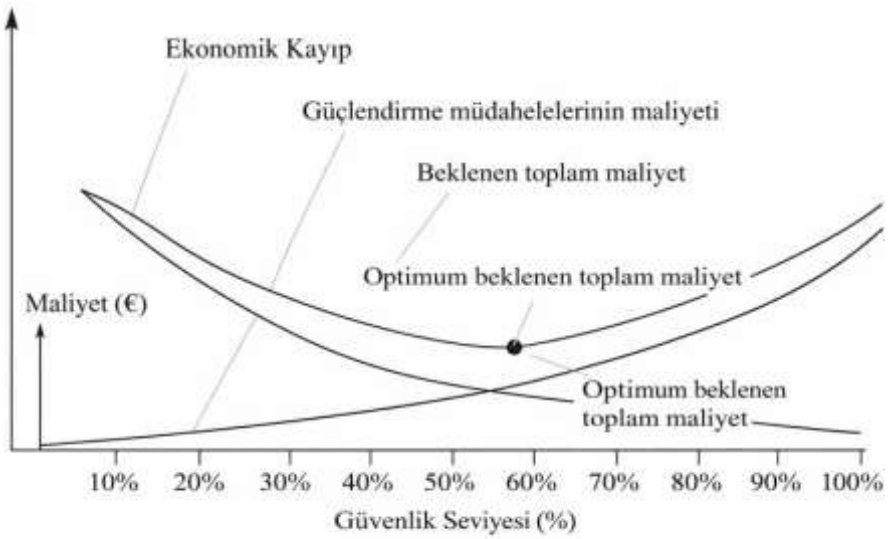
Türkiye'de deprem sonrası yapılan teknik incelemeler ve akademik çalışmalar, yapı hasarlarının önemli bir bölümünün tasarım, uygulama ve denetim süreçlerindeki zafiyetlerden kaynaklandığını göstermektedir (Özcebe, 2017; Ersoy & Uz, 2018; Bozkurt, 2020). Projelendirme hataları ve projelerin sahada doğru biçimde uygulanamaması; özellikle donatı detayları, beton kalitesi ve revizyonların izlenmemesi gibi sorunlar nedeniyle yapıların deprem performansını ciddi biçimde zayıflatmaktadır. Mühendislik hesapları yürürlükteki yönetmeliklere uygun olsa dahi, uygulama hatalarının gevrek davranış ve ani göçme riskini artırdığı çok sayıda saha gözlemiyle ortaya konmuştur (Ersoy & Uz, 2018; Kutanis & Yalçıner, 2019).

Uygulama sürecinde görev alan saha personelinin teknik yeterliliğindeki farklılıklar ve proje müellifinin şantiye sürecine sınırlı katılımı, proje–uygulama uyumsuzluklarını derinleştiren başlıca etkenlerdir. Ayrıca sahada yapılan değişikliklerin çoğu zaman denetim sistemine işlenmemesi ve yazılı kayıt altına alınmaması, yapıların gerçek taşıyıcı sisteminin belirsizleşmesine yol açmaktadır (Şimşek & Çelik, 2022). Teknik personel yetersizliği, yapı denetim kuruluşları ile belediyeler arasındaki koordinasyon eksikliği ve dijital denetim sistemlerinin sınırlı kullanımı, ruhsat ve saha denetimlerinin etkinliğini azaltmaktadır (Özcebe, 2017; Gündoğan, 2021).

Bunun yanı sıra, sahada imalatı fiilen gerçekleştiren kalıpçı ve demirci gibi ustalara yönelik sertifikasyon uygulamaları hayata geçirilmiş olsa da, hatalı imalatlardan doğan hukuki sorumluluğun büyük ölçüde mühendisler üzerinde toplanması, denetim sisteminde önemli bir sorumluluk dengesizliği yaratmaktadır; bu nedenle uygulayıcıların da sorumluluk kapsamına daha açık biçimde dâhil edilmesi gerekmektedir. Sonuç olarak, Türkiye'de yapı güvenliğinin artırılması, yalnızca mevzuat düzenlemeleriyle değil; saha uygulamalarının etkin denetlenmesi, proje müellifi katılımının güçlendirilmesi, dijital denetim altyapısının yaygınlaştırılması ve yerel yönetimlerin kurumsal kapasitesinin geliştirilmesiyle mümkün olacaktır.

4. Onarım, Güçlendirme ve Maliyet Dengesi

Deprem riski altındaki bölgelerde mevcut yapı stokunun önemli bir bölümünün, deprem yönetmeliklerinin zaman içinde geliştirilmesi ve güncellenmesi nedeniyle, güncel yönetmelik gereklerini karşılamadığı bilinmektedir. Literatürde, güçlendirme veya yeniden yapım kararlarının yalnızca teknik yeterliliğe değil aynı zamanda maliyet–fayda ve risk azaltma performansına göre değerlendirilmesinin gerekliliği vurgulanmakta; bu yaklaşımın deprem riskini azaltma stratejilerinde etkin karar vermeye imkân sağladığı bildirilmektedir. Yapıların hasar düzeyi, taşıyıcı sistem düzeni, kullanım amacı ve imalat süreci, güçlendirme maliyetlerini ve uygulanabilirliği belirleyen temel parametreler olarak öne çıkmaktadır (Kappos ve ark., 2009; Zhang ve ark., 2024; Ahmed, 2025). Bu kapsamda, güçlendirme seviyesine bağlı olarak ekonomik kayıplar, güçlendirme müdahale maliyetleri ve toplam beklenen maliyet arasındaki ilişki, Şekil 4.1'de şematik olarak gösterilmektedir. Şekilde, güvenlik seviyesi arttıkça güçlendirme müdahalelerinin maliyeti artmakta; buna karşılık beklenen ekonomik kayıplar azalmaktadır. Bu iki bileşenin toplamı olan beklenen toplam maliyet, belirli bir güvenlik seviyesinde minimum değer almakta olup, bu nokta ekonomik açıdan optimum güçlendirme seviyesini temsil etmektedir(Vitiello ve ark.).



Şekil 4.1. Güçlendirme optimizasyonu prosedürü

Bu çerçevede, yapıların hangi yöntem ile güçlendirileceğine; dayanım, süneklik ve rijitlik yetersizliklerinin niteliği, yapısal düzensizliklerin türü, hedeflenen deprem performans seviyesi ve güçlendirme sürecinin yapının kullanımını kesintiye uğratma düzeyi birlikte

değerlendirilerek karar verilmektedir. Uzun yıllardır uygulamada yer alan geleneksel güçlendirme yöntemlerinden betonarme mantolama ve çelik çaprazlı sistemler, yüksek yapısal katkı sağlamalarına karşın farklı sınırlılıklar içermektedir. Betonarme mantolama, önemli ölçüde dayanım ve süneklik artışı sağlamakla birlikte, yoğun işçilik gereksinimi ve uzun uygulama süresi nedeniyle toplam maliyeti artırmakta ve yapının güçlendirme süresince kullanım dışı kalmasına yol açabilmektedir. Çelik çaprazlı sistemler ise hızlı uygulanabilmeleri sayesinde kısa vadede maliyet avantajı sunmakta; ancak bakım gereksinimleri nedeniyle yaşam döngüsü maliyetlerini artırabilmektedir.

Son yıllarda geliştirilen yenilikçi güçlendirme yöntemleri, maliyet–performans ilişkisini farklı bir boyuta taşımıştır. FRP kompozit sistemler; hızlı uygulanabilirlikleri, düşük işçilik gereksinimleri ve yapıya ilave kütle getirmemeleri sayesinde kullanım dışı kalma süresini azaltmakta ve toplam güçlendirme maliyetini düşürebilmektedir (Nanni, A. 2003; ACI 440, 2015; Bournas ve ark., 2015; Saribiyik ve Caglar,2016). Enerji sönümleyicileri ve taban izolasyonu gibi ileri seviye sistemler ise ilk yatırım maliyeti yüksek olmakla birlikte, deprem taleplerini önemli ölçüde azaltarak uzun vadede ekonomik ve performans açısından avantaj sağlayabilmektedir (Constantinou ve ark., 2011; Zhang ve ark., 2024).

Sonuç olarak, güçlendirme yöntemi seçimi yalnızca ilk yatırım maliyetine göre değil; yapının kullanım amacı, hedeflenen performans düzeyi, güçlendirme süresince kullanım dışı kalma durumu ve yaşam döngüsü maliyetleri birlikte değerlendirilerek yapılmalıdır. Bu bütüncül yaklaşım, güçlendirme kararlarının hem mühendislik hem de ekonomik açıdan rasyonel ve sürdürülebilir biçimde verilmesini sağlayacaktır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, Türkiye'de son yıllarda meydana gelen büyük depremlerden elde edilen saha gözlemleri, teknik raporlar ve akademik çalışmalar ışığında, yapı hasarlarının nedenlerini yapısal davranış, zemin koşulları, uygulama kalitesi ve denetim süreçleriyle birlikte ele almıştır. Bulgular, deprem performansının yalnızca tasarım aşamasına değil; proje–uygulama–denetim zincirinin en zayıf halkasına bağlı olarak belirlendiğini açıkça göstermektedir.

Saha incelemeleri, yumuşak kat, kısa kolon, burulma düzensizliği, çekiçleme etkisi, yetersiz donatılama, düşük beton dayanımı ve işçilik hatalarının farklı depremlerde tekrar eden başlıca hasar mekanizmaları olduğunu göstermiştir. Bu hasarların önemli bir bölümü öngörülebilir nitelikte olmasına rağmen, zemin katların ticari amaçla kullanılması, dolgu duvar–taşıyıcı sistem etkileşiminin ihmal edilmesi ve bitişik nizam yapılarda yetersiz deprem derzi bırakılması nedeniyle ağır hasar ve göçmelere dönüşmüştür. Ayrıca, zemin büyütmesi, sıvılaşma ve oturma

gibi zemin kaynaklı etkilerin üstyapı taleplerini önemli ölçüde artırdığı; zemin koşulları yeterince dikkate alınmadığında, taşıyıcı sistem yönetmeliğe uygun tasarlanmış olsa dahi beklenen deprem performansının sağlanamadığı belirlenmiştir.

Mevzuat açısından bakıldığında, Türkiye deprem yönetmeliklerinin süneklik ve performans esaslı tasarım yaklaşımı doğrultusunda önemli ölçüde geliştiği; ancak son depremlerde bazı bölgelerde ölçülen yer hareketlerinin tasarım spektrumlarını aşmasının, gerçek deprem kayıtlarının yönetmeliklerin güncellenmesinde bilimsel geri besleme olarak kullanılmasının önemini ortaya koyduğu anlaşılmaktadır. Mevzuattaki gelişime karşın, uygulama ve denetim süreçlerindeki yetersizliklerin deprem güvenliğini sınırlayan temel unsur olduğu görülmektedir.

Deprem sonrası hasar tespit uygulamalarında, teknik kılavuzlar ve dijital sistemlerdeki ilerlemelere rağmen, hızlı değerlendirme hasar tespiti ile yapı risk değerlendirmesinin zaman zaman birbirine karıştırıldığı; bu durumun sahada farklı ve tutarsız kararlar doğurabildiği tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, deprem riskinin kalıcı biçimde azaltılması; yalnızca yönetmeliklerin geliştirilmesiyle değil, uygulama kalitesinin artırılması, etkin ve sürekli saha denetiminin sağlanması ve saha imalatını fiilen gerçekleştiren teknik personelin de açık ve tanımlı hukuki sorumluluklar üstlenmesiyle; mevcut yapıların ise sistematik biçimde değerlendirilmesi, izlenmesi ve gerekli görülen durumlarda güçlendirilmesiyle mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

AFAD. (2023). 06 Şubat 2023 Pazarcik-Elbistan Kahramanmaraş (Mw: 7.7 – Mw: 7.6) Depremleri Raporu. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı.

Ahmed, H. A. (2025). Seismic retrofitting of reinforced concrete buildings: Economic losses, social losses, and risk evaluation framework. Buildings, 15(8), 1333.

Alper İlki, Mustafa Cömert, Cem Demir, Ömer Faruk Halıcı, Deprem Sonrası Hasar Tespiti – Betonarme Yapılar, Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi, Yıl 66/2021-4, No: 506.

Altunişik, A. C., Arslan, M. E., Kahya, V., Aslan, B., Sezdirmez, T., Dok, G., ... & Nas, M. (2023). Field observations and damage evaluation in reinforced concrete buildings after the February 6th, 2023, Kahramanmaraş–Türkiye Earthquakes. Journal of Earthquake and Tsunami, 17(06), 2350024.

Altunişik, A., Arslan, M., Kahya, V., Aslan, B., Sezdirmez, T., Dok, G., … Baltacı, A. (2023). Field Observations and Damage Evaluation in Reinforced Concrete Buildings After the February 6th, 2023, Kahramanmaraş–Türkiye Earthquakes. Journal of Earthquake and Tsunami, 17(6),

American Concrete Institute. (2015). Guide for the design and construction of externally bonded FRP systems for strengthening concrete structures (ACI 440.2R-15).

Arslan, H. M. (2025). Deprem Sonrası Hasar Tespit Yöntemlerinin İrdelenmesi. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 40(2), 403-414.

ATMACA, B., Arslan, M., EMİROĞLU, M., ALTUNIŞIK, A., ADANUR, S., DEMİR, A., ... & AKGÜL, T. (2023). On the earthquake-related damages of civil engineering structures within the areas impacted by Kahramanmaraş earthquakes. Journal of Structural Engineering & Applied Mechanics (Online), 6(2).

Aydoğdu Gürbüz, İ., ve Aslan, B. (2023).Kahramanmaraş depreminde hasar tespit çalışmaları üzerine bir değerlendirme. Çevre, Şehir ve İklim Dergisi, 2(4), 180–195.

Bournas, D. A., Lontou, P. V., Papanicolaou, C. G., & Triantafillou, T. C. (2015).
Bozkurt, Y. (2020). Türkiye'de yapı üretim sürecinde proje–uygulama ilişkisi ve deprem sonrası gözlemler. İnşaat Mühendisliği Dergisi, 32(4), 215–230.
Caglar, N., Vural, I., Kirtel, O., Saribiyik, A., & Sumer, Y. (2023). Structural damages observed in buildings after the January 24, 2020 Elazığ-Sivrice earthquake in Türkiye. Case Studies in Construction Materials, 18, e01886.
Cansız, S. (2022). Türkiye'de kullanılan deprem yönetmeliklerinin özellikleri ve deprem hesabının değişimi. International Journal of Engineering Research and Development, 14(1), 58-71.
Demir, A., Celebi, E., Ozturk, H., Ozcan, Z., Ozocak, A., Bol, E., ... & Mert, N. (2025). Destructive impact of successive high magnitude earthquakes occurred in Türkiye's Kahramanmaraş on February 6, 2023. Bulletin of Earthquake Engineering, 23(3), 893-919.
Demir, A., Celebi, E., Ozturk, H., Ozcan, Z., Ozocak, A., Bol, E., ... & Mert, N. (2025). Destructive impact of successive high magnitude earthquakes occurred in Türkiye's Kahramanmaraş on February 6, 2023. Bulletin of Earthquake Engineering, 23(3), 893-919.
Ersoy, U., & Uz, V. (2018). Betonarme yapılarda tasarım–uygulama uyumsuzluklarının deprem performansına etkisi. Teknik Yapılar Dergisi, 12(2), 45–59.
Gündoğan, T. (2021). Yerel yönetimlerin yapı denetimi kapasitesi ve afet sonrası değerlendirmeler. Kent ve Yönetim Araştırmaları, 9(1), 78–93.
Gürbüz, İ. A. ve Aslan, B. (2023). Kahramanmaraş Depreminde Hasar Tespit Çalışmaları Üzerine Bir Değerlendirme. Çevre Şehir ve İklim Dergisi , 2 (4), 180-195.
Halıcı, Ö.F., Demir, C., Cömert, M., Sezdirmez, T., Canbay, E., Doran, B., Orakçal, K., İlki, A. Yeni Tecrübeler Işığında Betonarme Yapılarda Deprem Sonrası Hasar Derecelendirmesi, 10. Türkiye Deprem Mühendisliği Konferansı, 8-10 EKİM 2025
İMO (2023). 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş Pazarcık ve Elbistan Depremleri Ön Değerlendirme Raporu.
İTÜ (2023), Kahramanmaraş depremleri teknik raporu,
Kahya, V., Genç, AF, Sunca, F., Roudane, B., Altunişik, AC, Yilmaz, S., ... & Akgül, T. (2024). 6 Şubat 2023 Kahramanmaraş-Türkiye depremleri nedeniyle yığma yapılarda meydana gelen depremle ilgili hasarların değerlendirilmesi: Hatay Valilik Binası örneği. Mühendislik Hasar Analizi , 156 , 107855.
Kappos, A. J., Panagopoulos, G., Panagiotopoulos, C., & Penelis, G. (2009).A hybrid method for the vulnerability assessment of buildings. Bulletin of Earthquake Engineering, 7(2), 413–442.
Kırtel, O., Aydın, F., Boru, E., Toplu, E., Aydın, E., Sarıbıyık, A., ... & Ceyhunlu, A. I. (2024). Seismic damage assessment of under-construction industrial buildings: Insights from the february 2023 Türkiye-Syria earthquakes. Case Studies in Construction Materials, 21, e03507.
Kutanis, M., & Yalçıner, H. (2019). Deprem sonrası saha uygulamalarında karşılaşılan yapım hataları üzerine değerlendirmeler. Deprem Araştırmaları Bülteni, 5(2), 101–118.
Nanni, A. (2003). FRP composites in civil engineering: Applications and economic considerations. Journal of Composites for Construction, 7(1), 2–10.
Özcebe, G. (2017). Türkiye'de belediyelerin teknik denetim kapasitesinin gelişimi ve sorunlar. Yapı Denetim ve Mevzuat Dergisi, 6(3), 55–70.
Saribiyik, A., & Caglar, N. (2016). Flexural strengthening of RC Beams with low-strength concrete using GFRP and CFRP. Struct. Eng. Mech, 58(5), 825-845.
Şimşek, A., & Çelik, A. (2022). Deprem sonrası hasar analizi: Denetim mekanizmasının rolü. Afet ve Risk Yönetimi Dergisi, 14(1), 33–52.
Textile-reinforced mortar versus FRP jacketing in seismic retrofitting of RC columns. Engineering Structures, 92, 1–11.

Türkoğlu, H. ve Yönder, A. (2011). Türkiye'de Son 10 Yılda Afet Yönetiminde Gelişmeler, Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı 11-14 Ekim 2011 – ODTÜ – ANKARA
Vitiello, U., Asprone, D., Di Ludovico, M., & Prota, A. (2017). Life-cycle cost optimization of the seismic retrofit of existing RC structures. Bulletin of Earthquake Engineering, 15(5), 2245-2271.
Vuran, E., Serhatoğlu, C., Timurağaoğlu, M. Ö., Smyrou, E., Bal, İ. E., & Livaoğlu, R. (2025). Damage observations of RC buildings from 2023 Kahramanmaraş earthquake sequence and discussion on the seismic code regulations. Bulletin of Earthquake Engineering, 23(3), 1153-1182.
Yüksel, İ. (2008). Betonarme Binaların Deprem Sonrası Acil Hasar Değerlendirmeleri, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi 24 (1-2) 260 - 276
Zhang, Y., Fung, J. F., Cook, D., Johnson, K. J., & Sattar, S. (2024). Benefit–cost analysis for earthquake-resilient building design and retrofit: State of the art and future research needs. Natural Hazards Review, 25(3), 03124001. ASCE

EVALUATION OF Ag AND rGO-COATED TEXTILE AND POLYMER SUBSTRATES FOR BIOMEDICAL ELECTRODES

Elif Nur SELÇUK
Suleyman Demirel University, Department of Mechanical Engineering, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Isparta, Turkey
ORCID: 0000-0003-3799-4304
Hatice AKMAN
Isparta University of Applied Sciences, Faculty of Technology, Department of Biomedical Engineering, Isparta, Turkey
ORCID: 0000-0002-1416-2057
Gökçenur ÇAKMAK
Suleyman Demirel University, Department of Mechanical Engineering, Graduate School of Natural and Applied Sciences, Isparta, Turkey
ORCID: 0000-0002-3315-4714
Mustafa Reşit USAL
Suleyman Demirel University, Department of Mechanical Engineering, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Isparta, Turkey
ORCID: 0000-0002-7910-3461

ABSTRACT

Nowadays, the mostly single-use property of electrodes applied to biophysiological measures requires the presence of antibacterial capabilities in these devices. Electrodes coated with antibacterial agents improve patient safety by minimizing infection risk, while also providing notable benefits in hygiene, performance reliability, and clinical efficacy. Recent breakthroughs in nanomaterials have positioned graphene oxide (GO) and reduced graphene oxide (rGO) as a prominent area of research for biological sensor applications, due to its antibacterial, UV-protective, photocatalytic, and controlled wettability characteristics. Moreover, silver (Ag) nanoparticles are extensively favored in this domain owing to their superior electrical conductivity, ability to augment the sensitivity of electrochemical sensors via straightforward alteration of electrode surfaces, and their biocompatibility. This study involved the deposition of Ag and rGO onto several substrates (cotton fabric, felt, conductive fabric, PLA) to examine their electrical conductivity and applicability as electrodes. The coating procedure was executed utilizing the spin coating technique, frequently used to attain elevated electrical conductivity on textile surfaces. The coated samples were subjected to drying in an air atmosphere at 100 °C, subsequent to which their resistance values were assessed. On the fourth day after applying four layers of GO through spin coating, the average resistance values were recorded at 23 kΩ for PLA and 76 kΩ for cotton fabric, while no significant resistance was detected on the felt surfaces. The conductive fabrics with an initial resistance of 0.4 Ω exhibited a post-coating resistance reduction to a range of 0.25-0.32 Ω.

Samples with Ag-containing coatings did not exhibit measurable electrical conductivity at the initial stage. The resistance of a standard gold electrode, employed as a reference, was recorded at 0.4 Ω. Although graphene-coated conductive fabric exhibits lower resistance values compared to conventional electrodes, the tendency of graphene to adhere to the skin upon contact has posed a challenge, thereby limiting its direct use as an electrode.

Keywords: Biomedical electrodes, spin coating, electrical conductivity, textile-based sensors

*This study was supported by the Scientific Research Projects Coordination Unit of Süleyman Demirel University (Project No: **FDK-2022-8789**).

Ag VE rGO KAPLI TEKSTİL VE POLİMER ALTLIKLARIN BIYOMEDİKAL ELEKTROTLAR AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Günümüzde biyofizyolojik ölçümler yapılırken hastalarda kullanılan elektrotların çoğunlukla tek kullanımlık olması, bu ürünlerde antibakteriyel özelliklerin geliştirilmesini önemli hale getirmektedir. Antibakteriyel yüzeyli elektrotlar enfeksiyon riskini azaltarak hasta güvenliğini arttırmakta, aynı zamanda kullanım sırasında hijyen, performans sürekliliği ve klinik verimlilik açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Son yıllarda, nanomalzemelerin gelişmesiyle grafen oksit (GO) ve indirgenmiş grafen oksit (rGO) antibakteriyel, UV koruyucu, fotokatalitik ve ıslanabilirlik kontrollü özellikleri sayesinde biyomedikal sensör uygulamaları açısından önemli bir araştırma odağı haline gelmiştir. Ayrıca, gümüş (Ag) nanopartiküller yüksek elektriksel iletkenlik, elektrot yüzeylerinde kolayca modifiye edilebilmeleri sayesinde elektrokimyasal sensörlerin hassasiyetini artırma potansiyeli ve biyouyumlulukları gibi nedenlerle bu alanda yaygın olarak tercih edilmektedir. Bu çalışmada, Ag ve rGO farklı malzemeler (pamuk kumaş, keçe, iletken kumaş, PLA) üzerine kaplanarak elektriksel iletkelik değerleri ve elektrot olarak kullanabilirlikleri incelenmiştir. Kaplama işlemleri, tekstil yüzeylerinde yüksek elektriksel iletkenlik sağlamak amacıyla yaygın olarak kullanılan spin kaplama yöntemi ile gerçekleştirilmiştir. Kaplanan numuneler, 100 °C hava ortamında kurutulmuş ve ardından direnç değerleri ölçülmüştür. Dört katman GO ile spin kaplama uygulanan numunelerde dördüncü gün sonunda ölçülen ortalama direnç değerleri PLA için 23 kΩ, pamuk kumaş için 76 kΩ olarak tespit edilirken, keçe yüzeylerde ise ölçülebilir bir direnç değeri elde edilememiştir. Başlangıç direnci 0,4 Ω olan iletken kumaşların, spin kaplama sonrası direnç değerlerinin 0,25-0,32 Ω aralığına düştüğü gözlemlenmiştir. Ag içeren kaplamalara sahip numunelerde ilk aşamada ölçülebilir bir iletkenlik elde edilememiştir.

Karşılaştırma amacıyla referans alınan geleneksel altın elektrotun direnci ise 0,4 Ω olarak ölçülmüştür. Grafen kaplı iletken kumaşın geleneksel elektrotlara kıyasla daha düşük direnç değerlerine sahip olmasına rağmen, grafenin ciltle temas ettiğinde yapışma eğilimi göstermesi bu malzemenin doğrudan elektrot olarak kullanımını sınırlandırmıştır.

Anahtar Kelimeler: Biyomedikal elektrotlar, spin kaplama, elektriksel iletkenlik, tekstil tabanlı sensörler

* Bu çalışma, Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi (BAP) tarafından **FDK-2022-8789** proje numarası ile desteklenmiştir.

YAPI TEPKİSİNE DAYALI YER HAREKETİ PARAMETRELERİNİN KARŞILAŞTIRMALI DEĞERLENDİRİLMESİ: 2023 PAZARCIK VE ELBİSTAN DEPREMLERİ ÖRNEĞİ

Semra ŞİRİN KIRIŞ
Doğuş University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering,
34775 Ümraniye / İstanbul
ORCID: 0000-0002-8138-125X

ÖZET

Bu çalışma, 6 Şubat 2023 tarihinde meydana gelen Pazarcık ve Elbistan depremleri için üç katlı betonarme bir binanın lineer olmayan yapısal tepkileri ile çeşitli yer hareketi şiddet ölçütleri arasındaki ilişkileri incelemektedir. Her iki deprem için de aynı 9 istasyondan elde edilen doğu-batı ve kuzey-güney yönlü toplam 18 yer hareketi kaydı kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışma, iki mühendislik talep parametresine odaklanmaktadır: göreli kat ötelemesi ve maksimum tepe deplasmanı. Bu yapısal tepkiler, yaygın olarak kullanılan beş yapısal olmayan yer hareketi parametresi ile istatistiksel olarak ilişkilendirilmiştir: Maksimum Yer İvmesi (PGA), Maksimum Yer Hızı (PGV), Maksimum Yer Deplasmanı (PGD), Arias Şiddeti (AI) ve Maksimum Artımsal Hız (MIV). Bu şiddet ölçütleri, yer hareketinin ivme, hız, enerji içeriği ve deplasman gibi farklı karakteristiklerini temsil etmektedir. Sonuçlar, Maksimum Artımsal Hız (MIV) gibi bazı parametrelerin her iki deprem için de yapısal tepkilerle yüksek korelasyon gösterdiğini; buna karşılık, Arias Şiddeti gibi bazı parametrelerin tutarsız performans sergilediğini ve deprem kaynağı özelliklerine duyarlı olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle, PGD'nin yapı tepkileriyle, hız temelli parametrelere kıyasla, görece zayıf bir korelasyon gösterdiği gözlemlenmiştir. Her iki depremde de aynı istasyon kümesinin kullanılmış olması, karşılaştırmalı gözlemlerin geçerliliğini güçlendirmektedir. Çalışma, sismik performans değerlendirmelerinde yer hareketi parametrelerinin seçiminde, depremin kaynak özelliklerinin dikkatle göz önünde bulundurulması gerektiğini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Deprem parametreleri, yapısal tepki, korelasyon analizi, Pazarcık-Elbistan depremi.

COMPARATIVE EVALUATION OF GROUND MOTION PARAMETERS BASED ON STRUCTURAL RESPONSE: A CASE STUDY OF THE 2023 PAZARCIK AND ELBISTAN EARTHQUAKES

ABSTRACT

This study investigates the relationship between the nonlinear structural responses of a three-story reinforced concrete building and various ground motion intensity measures during the

Pazarcık and Elbistan earthquakes that occurred on February 6, 2023. A total of 18 ground motion records, including east-west and north-south components from the same nine seismic stations, were used for both events, allowing for consistent comparative analysis. The study focuses on two engineering demand parameters: interstory drift and maximum roof displacement. These responses were statistically correlated with five commonly used, non-structural ground motion parameters: Peak Ground Acceleration (PGA), Peak Ground Velocity (PGV), Peak Ground Displacement (PGD), Arias Intensity (AI), and a Maximum Increamental Velocity (MIV). These intensity measures represent different characteristics of ground shaking, such as acceleration, velocity, energy content, and displacement. The results indicate that while some parameters, such as Maximum Increamental Velocity (MIV), consistently show high correlation with structural response across both earthquakes, others like Arias Intensity exhibit inconsistent performance, highlighting their sensitivity to source characteristics. Notably, PGD was observed to have relatively weak correlation with the structural responses compared to velocity-based parameters. The use of the same station set for both events strengthens the validity of comparative observations. The study emphasizes that the selection of ground motion parameters in seismic performance assessments should be made carefully, considering the source characteristics of the earthquake.

Keywords: Ground motion parameters, structural response, correlation analyses, Pazarcık-Elbistan earthquakes.

1. INTRODUCTION

Nonlinear dynamic analysis is allowed to be used for seismic analysis of structures without any limitation. The method requires scaling of earthquake records to a specified hazard level. Recorded earthquakes shall have a magnitude, source characteristics, distance and site conditions that are equivalent to that of the ground shaking hazard at the building site. Recent research has demonstrated that this limitation about the selection is not enough and can cause a large scatter in seismic response (Aquib et al., 2022; Barbagallo et al., 2020; Caicedo et al., 2024; Du & Padgett, 2021; Elgohary, 2025; Fakharian et al., 2025; Ghotbi & Taciroglu, 2021; Ji et al., 2021).

Selection procedure for earthquake records in codes based on matching design spectrum related to spectral response acceleration (S_a) does not ensure hazard consistency (Baker, 2011; Baker & Cornell, 2006; Chandramohan et al., 2016; Hancock et al., 2008; Iervolino et al., 2006; Somerville et al., 1997). However many researchers have indicated that better correlation of different earthquake parameters with peak seismic response can be obtained (Chen et al., 2022;

Gani et al., 2026; Poreddy et al., 2022). These parameters are related to the energy content, duration, or peak values of the ground motion records. Therefore, some researchers have focused on selection and scaling of earthquake records or their characteristics in different manner. Kurama and Farrow, (2003) investigated the effectiveness of seven ground motion parameters based on peak value in reducing the scatter in estimated peak lateral displacement demands. Zhai and Xie (2007) taken into account parameters based on peak value of ground motion, duration and hysteretic energy to investigate on the influence on three typical period ranges of structures. According to the conclusion, the most unfavorable real seismic design ground motions is related not only to the characteristics of ground motions, but also to both the structural dynamics characteristics and the structural damage mechanism.

In this study, an alternative evaluation of the ground motion characteristics of the 6 February 2023 Pazarcık and Elbistan earthquakes is presented. Unlike existing studies, acceleration records obtained from identical seismic stations were used, and the two earthquakes were analyzed separately. This approach minimizes the influence of station effects while highlighting the distinct ground motion characteristics of each event.

The nonlinear structural responses of a three-story reinforced concrete building subjected to the 6 February 2023 Pazarcık and Elbistan earthquakes are investigated with respect to various ground motion intensity measures. Ground motion records from the same nine stations, comprising a total of 18 components (east–west and north–south), were employed for both earthquakes. Two engineering demand parameters—interstory drift and maximum roof displacement—were considered. These responses were statistically correlated with five widely used ground motion parameters: Peak Ground Acceleration (PGA), Peak Ground Velocity (PGV), Peak Ground Displacement (PGD), Arias Intensity (AI), and Maximum Incremental Velocity (MIV), representing different characteristics of ground shaking such as acceleration, velocity, energy content, and displacement. The results demonstrate that parameters such as MIV exhibit strong correlations with structural response for both earthquakes, whereas others, including Arias Intensity, show inconsistent performance and sensitivity to source characteristics.

2. FEBRUARY 6, 2023, PAZARCIK AND ELBISTAN EARTHQUAKES

On 6 February 2023, two major earthquakes with moment magnitudes of Mw 7.7 and Mw 7.6 occurred at 04:17 and 13:24 local time (Turkey Time), respectively, with epicenters located in Pazarcık (Kahramanmaraş) and Elbistan (Kahramanmaraş). The Mw 7.7 earthquake occurred at a focal depth of 8.6 km, while the Mw 7.6 earthquake occurred at a depth of 7.0 km. The

earthquakes were strongly felt in Kahramanmaraş, Hatay, Adıyaman, Gaziantep, Malatya, Kilis, Diyarbakır, Adana, Osmaniye, Şanlıurfa, and Elazığ, resulting in significant loss of life and severe structural damage (Fig 1).

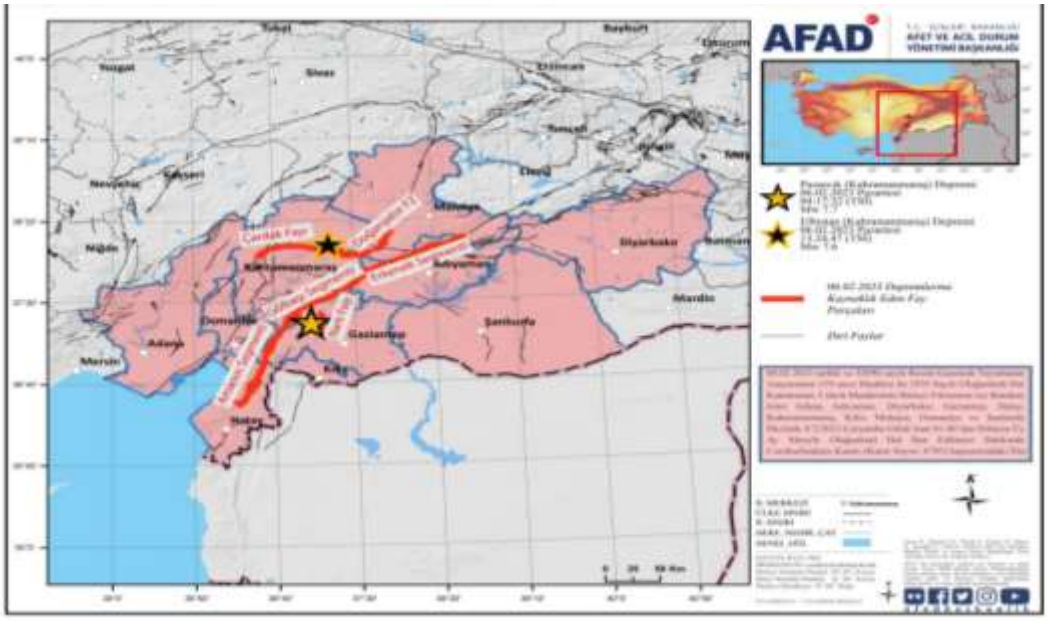


Fig. 1. Map showing the fault segments of the East Anatolian Fault Zone (AFAD, 2023)

Nine seismic stations at which the recorded peak ground acceleration exceeded 0.1 g were identified for both the Pazarcık and Elbistan earthquakes. The east–west and north–south components of the ground motion records from these nine stations were used in this study. The ground motion records were obtained from the AFAD Turkish Accelerometric Database and Analysis System (TADAS)."

The maximum distance from the epicenter of Pazarcık earthquake was approximately **186 km**, corresponding to station **4405**, whereas the maximum distance from the epicenter of Elbistan earthquake was approximately **102 km**, corresponding to station **0131**.

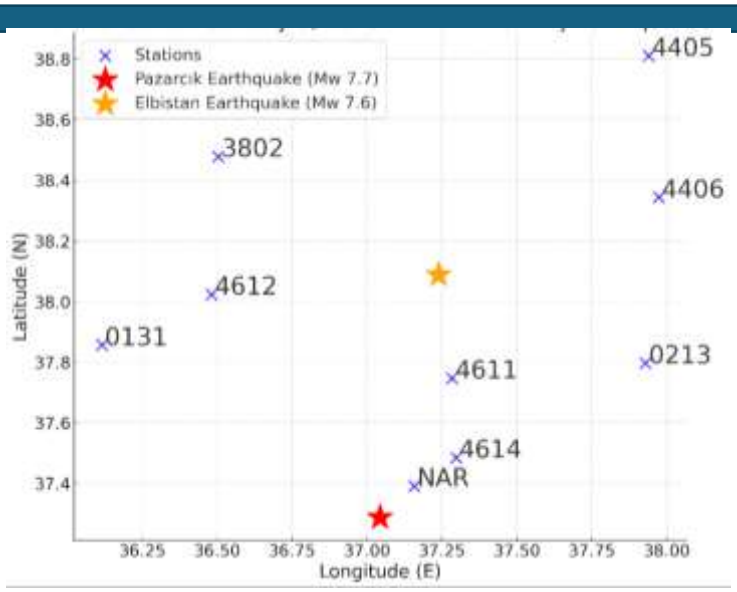


Fig. 2. Stations and February 6, 2023 Kahramanmaraş Earthquakes

3. EARTHQUAKE CHARASTERISTIC PARAMETERS

In this study, five **seismic characteristics unrelated to structural features** have been utilized to analyze the ground motion behavior independently from site-specific or building-related influences. Specifically, the selected parameters include Peak Ground Acceleration (PGA), Peak Ground Velocity (PGV), Peak Ground Displacement (PGD), Arias Intensity (AI), and Maximum Incremental Velocity (MIV). These parameters represent different characteristics of ground shaking, such as acceleration, velocity, energy content, and displacement.

- Peak Ground Acceleration (PGA) is defined as the **maximum instantaneous acceleration** recorded at a specific location during earthquake ground shaking. PGA is recognized as one of the most fundamental seismic parameters and is widely used to characterize earthquake ground motions.
- Peak Ground Velocity (PGV) is defined as the **maximum absolute value of ground velocity** recorded during an earthquake at a given location. PGV is considered a key ground motion parameter because it correlates well with **structural damage,** particularly in **medium- to high-rise building.**
- Peak Ground Displacement (PGD) is defined as the **maximum absolute displacement** of the ground surface recorded during an earthquake. PGD is considered particularly relevant for flexible structures and lifelines such as pipelines and railways.
- AI (Arias Intensity): The Arias Intensity introduced by (Arias, 1970) is calculated by integrating the square of ground acceleration over the entire duration of shaking. Arias

Intensity quantifying the **energy content** of earthquake ground motion incorporates **both amplitude and duration (Fig. 3).**

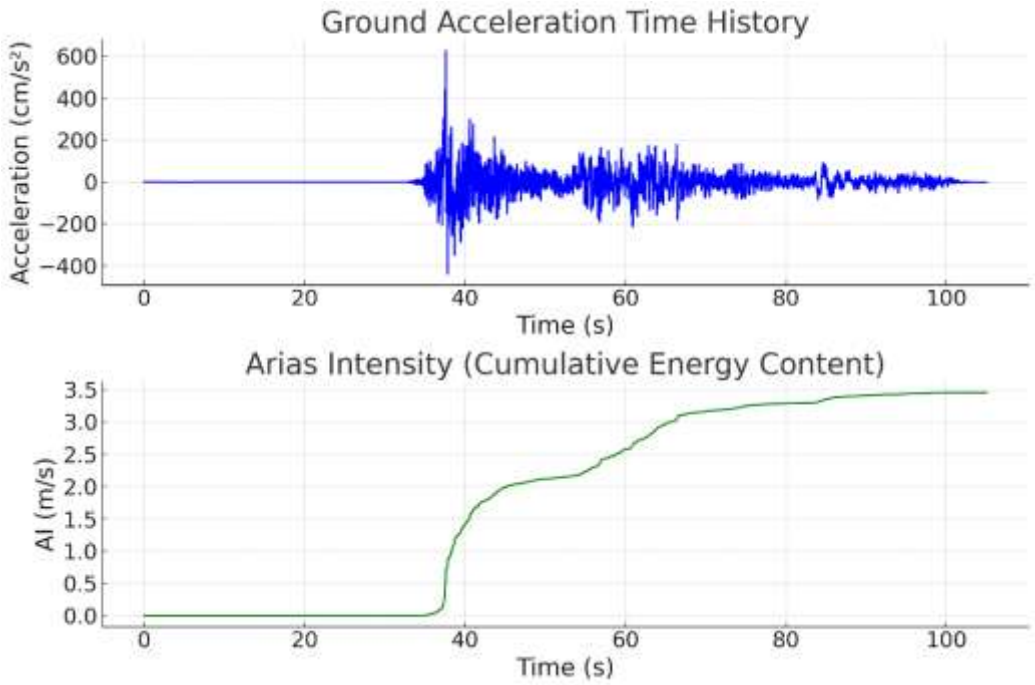


Fig. 4. Graphical representation of AI

- **<u>Maximum</u> Incremental Velocity (MIV)** is defined as the **largest velocity change between two successive time steps** in a ground velocity time history during an earthquake. MIV is used to assess the **abruptness and impulsiveness** of seismic ground motion (Fig. 4).

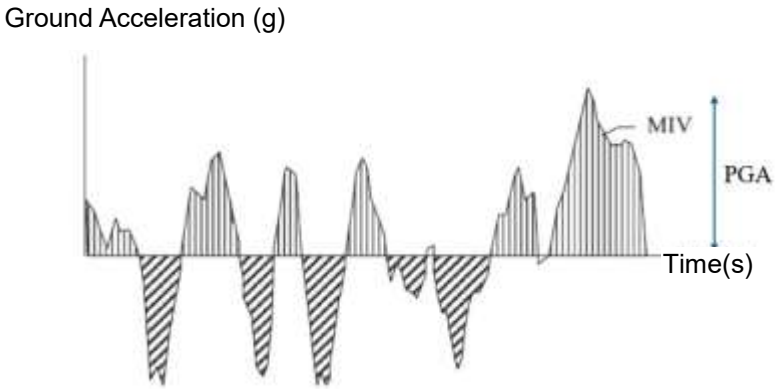


Fig. 4. Graphical representation of MIV (Kiris, S.S. & Uğur, E. 2024).

3. STRUCTURAL PROPERTIES AND MODELLING

A three story reinforced concrete frame is shown in Fig. 5. The concrete compressive strength is 15.1 MPA and the quality of steel is S220. The dimensions of structural members are given in Table 9.2. The frame has a fundamental period of 0.66s. Q-hyst model proposed by (Saiidi and Sozen, 1979) is considered for nonlinear dynamic response of reinforced concrete in this study. (Kiris, 2020) also used this model for the evaluation of ground motion parameters and the four rules are given in (Sirin, 2009).

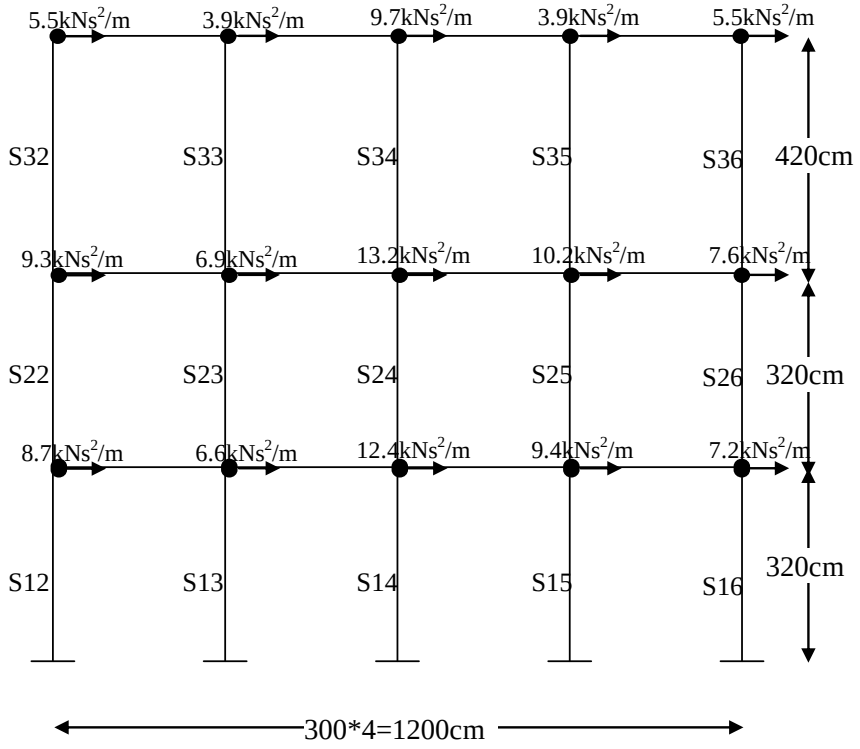


Fig. 5. Frame properties

Table 1. Information of structural members

	b*h(cm²)	Reinforcement		b*h(cm²)	Reinforcement
S12	70*30	14□16	S34	60*30	12□16
S22	60*30	12□16	S15	40*30	8□16
S32	60*30	10□16	S25	40*30	8□16
S13	30*30	8□14	S35	40*30	8□16
S23	30*30	8□14	S16	70*30	14□16
S33	30*30	8□14	S26	60*30	14□16
S14	70*30	12□16	S36	60*30	10□14
S24	60*30	12□16			

4. Correlation Between Structural Response and Earthquake Characteristics

The study evaluated two engineering demand parameters: interstory drift ratio and maximum roof displacement. Interstory drift ratio is defined as the relative horizontal displacement between two consecutive floors of a structure, divided by the story height. It is a critical parameter for evaluating seismic performance and structural damage potential. Maximum roof displacement refers to the largest lateral movement of the roof (top level) of a structure during seismic excitation. It reflects the overall deformation of the building and is an indicator of its global flexibility and seismic demand.

The linear relation between the earthquake parameters and the structural response can be expressed by the correlation coefficient ranging from -1.0 to +1.0. The closer correlation coefficient to -1 or +1, the more closely the two variables are related. If it is close to 0, it means there is no relationship between the pair of variables. If itis positive, when one variable gets larger, the other also gets larger. If negative, when one gets larger, the other gets smaller. The correlation coefficients between the ground motion parameters and the interstory drift and maximum roof displacement, obtained from nonlinear dynamic analyses, were calculated and are shown in Fig 6 and Fig 7. The graphical representations provide evidence for the following results:

- Based on the analysis, **Maximum Incremental Velocity (MIV)** exhibited the **strongest correlation** with structural responses for both the Pazarcık and Elbistan earthquakes. In contrast, **Peak Ground Displacement (PGD)** consistently showed the **lowest correlation** with structural responses across both events.

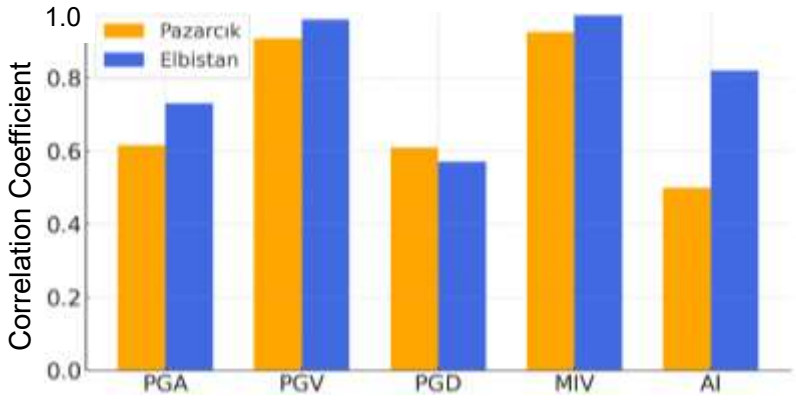


Fig. 6. Correlation with maximum roof diplacement

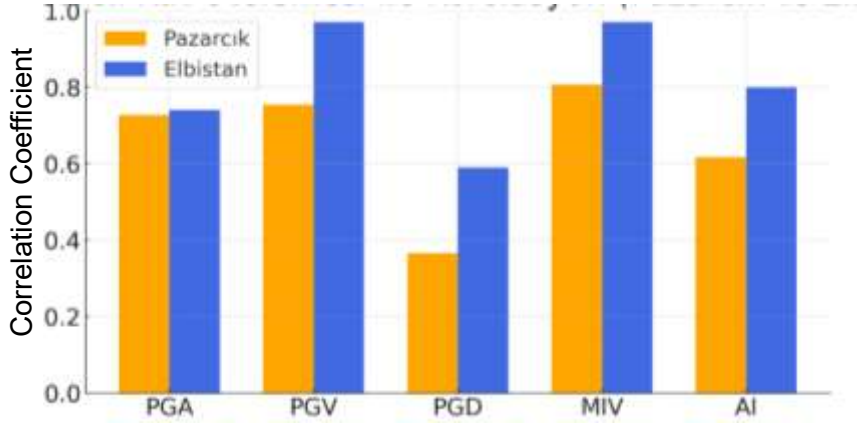


Fig. 7. Correlation with maximum interstory drift ratio

- While **Arias Intensity (AI)** demonstrated **high correlation values** for the Elbistan earthquake, it showed a **significant reduction** in correlation for the Pazarcık event. This suggests that AI may **lack consistency** as a reliable predictor of structural response across different seismic events.
- Furthermore, **Peak Ground Acceleration (PGA)** presented a **notable decline in correlation**, particularly in relation to the **maximum interstory drift ratio** during the Pazarcık earthquake.
- Among all evaluated ground motion parameters, **MIV emerged as the most influential** in predicting structural responses, followed by **Peak Ground Velocity (PGV)** as the second most effective indicator of structural demand.

CONCLUSIONS

This study examines the nonlinear structural responses of a three-story reinforced concrete building to the February 6, 2023 Pazarcık and Elbistan earthquakes, in relation to various ground motion intensity measures. Ground motion records from the same 9 stations, totaling 18 components (east-west and north-south), were used for both earthquakes. The following conclusions can be drawn from the observation of the correlation of ground motion parameters:

Despite being one of the most commonly used ground motion parameters in the literature, the correlation results obtained in this study indicate that Peak Ground Acceleration (PGA) is not always the most effective parameter in explaining structural responses.

Even though the records were obtained from the same station—meaning that location and site conditions were held constant—significant variations were observed in the influence of different parameters on the same structure between just two distinct earthquakes. Moreover, conducting separate correlation analyses for different components (e.g., north-south, east-west) of the same earthquake could allow for a more detailed investigation of the effects of ground motion directionality.

The findings suggest that Maximum Incremental Velocity (MIV), which showed high correlation with structural responses, may be valuable not only in engineering analyses but also as a potential metric in the future development of seismic hazard maps.

REFERENCES

AFAD. (2023). Report on February 06, 2023, Pazarcık-Elbistan Kahramanmaraş (Mw: 7.7 – Mw: 7.6) earthquakes. Republic of Türkiye Ministry of Interior, General Directorate of Earthquake and Risk Reduction.

Aquib, T. A., Sivasubramonian, J., Mai, P. M. (2022). Analysis of ground motion intensity measures and selection techniques for estimating building response. Applied Sciences, 12(23), 12348. https://doi.org/10.3390/app122312348.

Arias, A. (1970). A measure of earthquake intensity. In R. J. Hansen (Ed.), Seismic design for nuclear power plants (pp. 438–483). MIT Press.

Baker, J. W. (2011). Conditional mean spectrum: Tool for ground-motion selection. Journal of Structural Engineering, 137(3), 322–331. https://doi.org/10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0000215.

Baker, J. W., Cornell, C. A. (2006). Spectral shape, epsilon and record selection. Earthquake Engineering & Structural Dynamics, 35(9), 1077–1095. https://doi.org/10.1002/eqe.571.

Barbagallo, F., Bosco, M., Marino, E. M., Rossi, P. P. (2020). Variable vs. invariable elastic response spectrum shapes: Impact on the mean annual frequency of exceedance of limit states. Engineering Structures, 212, 110536. https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.110536.

Caicedo, D., Karimzadeh, S., Bernardo, V., Lourenço, P. B. (2024). Selection and scaling approaches of earthquake time-series for structural engineering applications: A state-of-the-art review. Archives of Computational Methods in Engineering, 31(3), 1475–1505. https://doi.org/10.1007/s11831-023-10025-y.

Chandramohan, R., Baker, J. W., Deierlein, G. G. (2016). Quantifying the influence of ground motion duration on structural collapse capacity using spectrally equivalent records. Earthquake Spectra, 32(2), 927–950. https://doi.org/10.1193/122813EQS298M.

Chen, G., Yang, J., Liu, Y., Kitahara, T., Beer, M. (2022). An energy-frequency parameter for earthquake ground motion intensity measure. Earthquake Engineering & Structural Dynamics, 51(15), 3121–3139. https://doi.org/10.1002/eqe.3752.

Disaster and Emergency Management Authority. (n.d.). Turkish Accelerometric Database and Analysis System (TADAS). Retrieved December 27, 2025, from https://tadas.afad.gov.tr/.

Du, A., Padgett, J. E. (2021). Multivariate return period-based ground motion selection for improved hazard consistency over a vector of intensity measures. Earthquake Engineering & Structural Dynamics, 50(15), 4153–4173. https://doi.org/10.1002/eqe.3551.

Elgohary, H. A. (2025). Benchmark strong ground motion records: Statistical analysis of response variability and selection bias. Journal of Umm Al-Qura University for Engineering and Architecture, 16(1), 12-25. https://doi.org/10.1007/s43995-024-00065-x.

Fakharian, P., Naderpour, H., Sharbatdar, M. K., & Kheyroddin, A. (2025). Development of a new method for strong ground motion selection considering joint probability distribution. Journal of Structural Engineering, 151(2), 04024221. https://doi.org/10.1061/ JSENDH.STENG-13245.

Gani, E., Nemutlu, Ö. F., & Sarı, A. (2026). Assessing velocity, energy, and duration parameters to explain damage discrepancies under similar PGA: Evidence from recent Turkish earthquakes. Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 200, 109792. https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2025.109792.

Ghotbi, A. R., & Taciroglu, E. (2021). Ground motion selection based on a multi-intensity-measure conditioning approach with emphasis on diverse earthquake contents. Earthquake Engineering & Structural Dynamics, 50(11), 2963–2986. https://doi.org/10.1002/eqe.3481.

Hancock, J., Watson-Lamprey, J., Abrahamson, N. A., Bommer, J. J., Markatis, A., McCoy, E., & Mendis, R. (2008). An improved method of matching response spectra of recorded earthquake ground motion using wavelets. Journal of Earthquake Engineering, 12(S1), 67–89. https://doi.org/10.1080/13632460802204018.

Iervolino, I., Manfredi, G., & Cosenza, E. (2006). Ground motion duration effects on nonlinear seismic response. Earthquake Engineering & Structural Dynamics, 35(1), 21–38. https://doi.org/10.1002/eqe.528.

Ji, K., Wen, R., Zong, C., & Ren, Y. (2021). Genetic algorithm-based ground motion selection method matching target distribution of generalized conditional intensity measures. Earthquake Engineering & Structural Dynamics, 50(14), 3858–3878. https://doi.org/10.1002/eqe.3536.

Kiris, S. S., & Boduroglu, M. H. (2013). Earthquake parameters affecting the performance of an RC frame with friction damper. Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 55, 148–160. https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2013.09.011.

Kiris, S.S. & Uğur, E. (2024). The correlation between characteristic parameters of the February 6th Elbistan earthquake and displacement demand of reinforced concrete systems. V. International Applied Statistics Congress (UYIK-2024) Proceeding Book (ss. 454-459). İstanbul, Türkiye.

Kurama, Y. C., & Farrow, K. T. (2003). Ground motion scaling methods for different site conditions and structure characteristics. Earthquake Engineering & Structural Dynamics, 32(15), 2425–2450. https://doi.org/10.1002/eqe.331.

Poreddy, L. R., Pathapadu, M. K., Navyatha, C., Vemuri, J., & Chenna, R. (2022). Correlation analysis between ground motion parameters and seismic damage of buildings for near-field ground motions. Natural Hazards Research, 2(3), 202–209. https://doi.org/10.1016/j.nhres.2022.08.001.

Saiidi, M., & Sozen, M. A. (1979). Simple and complex models for nonlinear seismic response of reinforced concrete structures (Structural Research Series No. 466). University of Illinois at Urbana-Champaign.

Sirin, S. (2009). Influence of ground motion parameters on displacement demand and evaluation of analysis procedures for RC frames with friction damper [Doctoral dissertation, Istanbul Technical University]. Graduate School of Science, Engineering and Technology.

Somerville, P. G., Smith, N. F., Graves, R. W., & Abrahamson, N. A. (1997). Modification of empirical strong ground motion attenuation relations to include the amplitude and duration effects of rupture directivity. Seismological Research Letters, 68(1), 199–222. https://doi.org/10.1785/gssrl.68.1.199.

Zhai, C. H., & Xie, L. L. (2007). A new approach of selecting real input ground motions for seismic design: The most unfavorable real seismic design ground motions. Earthquake Engineering & Structural Dynamics, 36(8), 1009–1027. https://doi.org/10.1002/eqe.669.

TÜRKİYE VE ALMANYA'DA KARBON YOĞUNLUĞUNUN KARŞILAŞTIRMALI TREND ANALİZİ

Mahsum AYDIN
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, 65080, Tuşba/VAN
ORCID: 0000-0001-9739-4066
Fatma Fehime AYDIN
Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi İktisat Bölümü, 65080, Tuşba/Van
ORCID: 0000-0002-7026-6889

ÖZET

Bu çalışmada, karbon yoğunluğu göstergesi kullanılarak enerji tüketimi ve karbon emisyonları arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla gelişmekte olan ülkeler arasında yer alan Türkiye ile gelişmiş ülkeler arasında yer alan Almanya seçilmiş ve her iki ülke için 2000-2023 yılları arası enerji tüketimi ve karbondioksit emisyonu verileri kullanılmıştır. Bu veriler kullanılarak her iki ülke için karbon yoğunluğu göstergesi hesaplanmış ve hesaplanan bu gösterge değerleri üzerine Mann-Kendall ve Şen'in eğimi trend analizi yöntemleri uygulanarak zaman içerisindeki değişimleri incelenmiştir. Sonuç olarak Türkiye için hem Mann-Kendall testine göre hem de Şen'in eğimi yöntemine göre artan yönde anlamlı bir trend belirlenirken, Almanya için hem Mann-Kendall testi hem de Şen'in eğimi yöntemlerinin her ikisine göre azalan yönde anlamlı bir trend belirlenmiştir. Elde edilen veriler incelendiğinde her iki ülke için de zaman içerisinde enerji tüketiminde büyük oranda artış gözlemlenmiştir, ancak Almanya için tüketilen enerji içinde yenilenebilir enerjinin oranının yüksek olduğu ve bu oranın Türkiye'de oldukça düşük olduğu görülmüş ve bunun sonucu olarak karbon yoğunluklarının zaman içerisindeki değişimlerinin farklı olduğu görülmüştür. Almanya için karbon yoğunluğunun zaman içerisinde azaldığı buna karşın Türkiye'de karbon yoğunluğunun zaman içerisinde arttığı gözlemlenmiştir. Bu farklılığın Almanya'da yenilenebilir enerji ve enerji verimliliği alanlarında uyguladığı politikalar ile yakından ilişkili olduğu değerlendirilmiştir. Türkiye'de karbon yoğunluğunun azaltılması için gerekli politikaların geliştirilmesi ve yenilenebilir enerji dönüşümlerinin sağlanması gerektiği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Karbon, Emisyon, Trend, Karbon Yoğunluğu Göstergesi

COMPARATIVE TREND ANALYSIS OF CARBON INTENSITY IN TURKEY AND GERMANY

ABSTRACT

This study aims to examine the relationship between energy consumption and carbon emissions using the carbon intensity indicator. For this purpose, Turkey, a developing country, and Germany, a developed country, were selected, and energy consumption and carbon dioxide emissions data for both countries between 2000 and 2023 were used. Using these data, the carbon intensity indicator was calculated for both countries, and the Mann-Kendall and Şen's slope trend analysis methods were applied to the calculated indicator values to examine changes over time. As a result, a significant increasing trend was determined for Turkey according to both the Mann-Kendall test and Şen's slope method, while a significant decreasing trend was determined for Germany according to both the Mann-Kendall test and Şen's slope method. An analysis of the data revealed a significant increase in energy consumption over time for both countries. However, it was observed that the proportion of renewable energy in total energy consumption was high in Germany and quite low in Turkey, resulting in different changes in carbon intensity over time. It has been observed that carbon intensity has decreased over time in Germany, whereas it has increased over time in Turkey. This difference is considered to be closely related to the policies implemented in Germany in the areas of renewable energy and energy efficiency. It is thought that the necessary policies to reduce carbon intensity in Turkey need to be developed and renewable energy transitions need to be ensured.

Keywords: Carbon, Emissions, Trend, Carbon Intensity Indicator

GİRİŞ

Teknolojik gelişmeler ışığında her geçen gün daha fazla enerji kullanımına ihtiyaç duyulmaktadır. Enerji kullanımının artması ise başta karbon emisyonları olmak üzere sera gazı emisyonlarının yükselmesine ve çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli sorunlara yol açmaktadır. Bu bağlamda, ülkelerin iktisadi kalkınma stratejilerinin ve iklim değişikliği ile mücadele politikalarının belirlenmesinde karbon emisyonları göz ardı edilemeyecek bir konumdadır.

Artan önemine binaen, enerji tüketimi ile karbon emisyonları arasındaki ilişki son yıllarda önemli bir çalışma konusu haline gelmiştir. Bu konuda Türkiye üzerine yapılan çalışmalardan Çetin ve Yüksel (2018: 169)'da enerji tüketiminin karbon emisyonunu artırdığı tespit edilirken, Kahraman (2019: 1559)'da iki değişken arasında paralel bir ilişkiye rastlanmadığı görülmüştür.

Kazanasmaz vd. (2023: 248) çalışmalarında iki değişken arasındaki nedensellik ilişkisini araştırmış ve enerji tüketiminin karbon emisyonlarına neden olduğunu tespit etmişlerdir. Bazı çalışmalarda enerji tüketimi de kendi içerisinde ayrıştırılmış ve yenilenebilir veya yenilenemeyen enerji tüketiminin karbon emisyonları üzerindeki etkileri analiz edilmiştir. Yenilenebilir enerji tüketiminin karbon emisyonları üzerindeki etkisini ele alan çalışmalardan Çoban (2015: 195), yenilenebilir enerji tüketiminin karbon emisyonunu azalttığını tespit etmiştir. Okumuş (2020:21) çalışmasında yenilenebilir enerji tüketiminin karbon emisyonlarını kısa dönemde azalttığını ancak uzun dönemde iki değişken arasında anlamlı bir ilişki olmadığını tespit ederken; yenilenemeyen enerji tüketiminin ise hem kısa hem de uzun dönemde karbon emisyonunu artırdığını tespit etmiştir.

Diğer ülkeler üzerine yapılan çalışmalarda da benzer bulgulara rastlanmıştır. Arı ve Zeren (2011: 37) ile Başar ve Akyol (2018: 332) çalışmalarında yenilenemeyen enerji tüketimindeki artışın karbon emisyonunu artırdığını, Polat ve Kızılkan (2022: 91) ise çalışmalarında yenilenebilir enerji tüketimindeki artışın ise karbon emisyonunu azalttığını tespit etmişlerdir.

Literatürdeki çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde, çoğunlukla enerji tüketimi ile karbon emisyonu arasındaki ilişkinin, doğrudan bu iki değişkenin kullanılması ve regresyon korelasyon ya da panel veri analizi gibi yöntemlerle ele alındığı görülmektedir. Bu çalışmada enerji tüketiminin çevresel etkilerinin daha somut ve karşılaştırılabilir bir ölçütle ortaya koyulması amacıyla Türkiye ve Almanya için 2000-2023 yılları arası enerji tüketimi ile karbon emisyonları değişkenlerinden yararlanılarak karbon yoğunluğu göstergesi hesaplanmış ve bu göstergeden yararlanılarak enerji sisteminin zaman içerisindeki karbonsuzlaşma eğiliminin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada bu iki ülkenin karşılaştırılması yoluna gidilmesinin nedeni Türkiye'nin gelişmekte olan bir ülke olarak yenilenemeyen enerji kaynaklarından daha yoğun bir şekilde yararlanmasına karşın, Almanya'nın gelişmiş bir ülke olarak yenilenebilir enerji kaynaklarını daha yoğun bir şekilde kullanmasıdır. Bu çalışmanın hipotezi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının karbon yoğunluğunun azalma eğilimine girmesine neden olacağı buna karşılık yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanımının karbon yoğunluğunun artma eğilimine girmesine neden olacağıdır.

ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Bu çalışmada Almanya ve Türkiye'nin 2000-2023 yılları arası yıllık kişi başı kg petrol eşdeğeri enerji kullanımı ile arazi kullanım, arazi kullanım değişikliği ve ormancılık faaliyetleri haricindeki Mt CO2e cinsinden yıllık toplam karbon emisyonları verileri kullanılmıştır. Veriler

World Development Indicator (WDI) online veri tabanından temin edilmiştir. Bu verilerden yararlanılarak oluşturulan karbon yoğunluğu göstergesi aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır:

$$Karbon\ Yoğunluğu = \frac{Karbon\ emisyonları}{Enerji\ kullanımı}$$

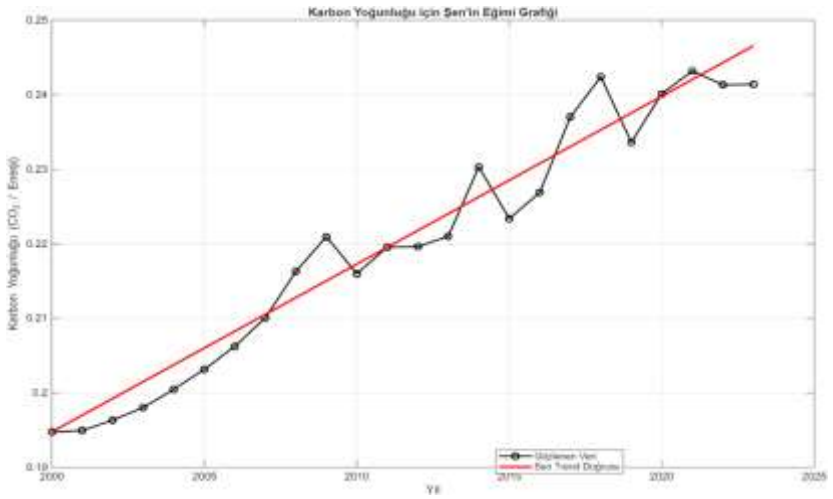
Hesaplanan karbon yoğunluğu göstergesinden yararlanılarak eğilim analizi kapsamında Mann–Kendall testi ve Şen'in eğim yöntemi uygulanmıştır. Türkiye ve Almanya için yapılan Mann-Kendall testinin bulguları Tablo 1'de yer almaktadır.

Tablo 1. Tükiye ve Almanya için Mann-Kendall testi sonuçları

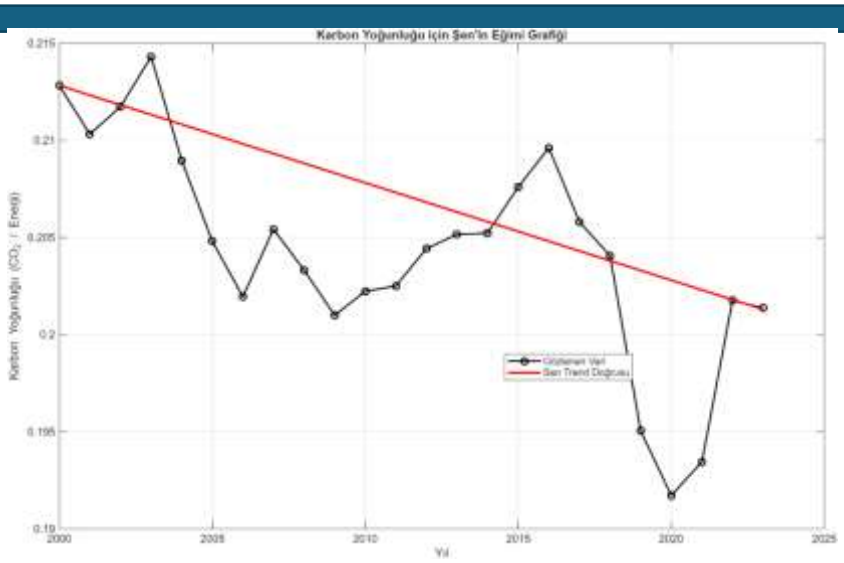
	Türkiye	**Almanya**
S istatistiği	250.00	-120.00
Z değeri	6.176	-2.952
P-değeri	0.0000	0.0032
Şen'in eğimi	0.00225 (birim/yıl)	-0.00050 (birim/yıl)
Sonuç	İstatistiksel olarak anlamlı trend var	İstatistiksel olarak anlamlı trend var
Trendin yönü	ARTAN	AZALAN

Tablo 1 incelendiğinde, Türkiye'de artan yönde güçlü ve anlamlı bir trend, Almanya'da ise azalan yönde daha zayıf fakat anlamlı bir trendin olduğu görülmektedir. Z değerleri ile P değerleri her iki ülkede de trendlerde tesadüfi olmayan sistematik bir değişim olduğunu ortaya koymaktadır. Trendin büyüklüğünü ölçen Şen'in eğimine göre, Türkiye'deki artış trendi Almanya'daki azalış trendinden daha yüksek hızda gerçekleşmektedir.

Türkiye'nin karbon yoğunluğu göstergesi için Şen'in eğimi grafiği Şekil 1'de, Almanya'nın karbon yoğunluğu göstergesi için Şen'in eğimi grafiği Şekil 2'de görülmektedir.



Şekil 1. Türkiye'nin karbon yoğunluğu göstergesi için Şen'in eğimi grafiği



Şekil 2. Almanya'nın karbon yoğunluğu göstergesi için Şen'in eğimi grafiği

Şekil 1'de Türkiye'nin karbon yoğunluğu göstergesinin 2000-2023 döneminde dalgalanan bir seyir izlediği, ancak Şen'in eğim grafiğinden de anlaşılacağı üzere genel eğilimin artış yönünde olduğu görülmektedir. Şekil 2 incelendiğinde, Almanya'da karbon yoğunluğu göstergesinin Türkiye'ye göre daha fazla dalgalı olduğu, ancak Şen'in eğim grafiğine göre genel eğilimin azalış yönünde olduğu görülmektedir. İki ülke arasında trenddeki bu farklılık, ülkelerin uyguladığı enerji ve iklim politikalarından kaynaklanmaktadır. Türkiye'de henüz yenilenebilir enerjiye yeterince önem verilmemekte ve yatırım yapılmamaktadır. Bunun yerine hala yenilenemeyen enerji kaynakları yoğun bir şekilde kullanılmaktadır. Bundan dolayı da Türkiye'de karbon emisyonları yüksek seviyelerde seyretmektedir. Almanya'da ise birçok alanda yenilenebilir enerji kullanımına geçilmiştir. Dolayısıyla Almanya'da karbon emisyonları Türkiye'ye göre daha düşük seviyelerde kalmaktadır. Kullanılan enerji türündeki ve salınan karbon emisyonu seviyesindeki farklılıklar, karbon yoğunluğu trendinin Türkiye'de artış, Almanya'da ise azalış eğilimine girmesine neden olmaktadır.

SONUÇ

Bu çalışmada, Türkiye ve Almanya'nın 2000–2023 yılları arasındaki karbon yoğunluğu göstergeleri karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Enerji tüketimi ve karbon emisyonu verileri kullanılarak hesaplanan karbon yoğunluğu değerlerinden yararlanılarak Mann-Kendall testi ve Şen'in eğimi yöntemi uygulanmış, her iki ülke için zaman içerisindeki eğilimler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Elde edilen bulgulara göre, Türkiye'de karbon yoğunluğu zamanla artış eğilimindedir. Bu durum, yenilenebilir enerji kaynaklarına gereken önemin verilmemesi ve yenilenemeyen enerji

kaynaklarının yoğun bir şekilde kullanılmasından kaynaklanmaktadır. Almanya'da ise karbon yoğunluğu zamanla azalış eğilimindedir. Bu durum, Almanya'nın enerji politikalarında yenilenebilir kaynaklara yeterince önem vermesinden ve enerji verimliliği konusundaki özverili çalışmalarından kaynaklanmaktadır.

Bu bağlamda, Türkiye'de karbon yoğunluğunun azaltılabilmesi için yenilenebilir enerji yatırımlarının artırılması ve enerji verimliliğini teşvik eden politikaların geliştirilmesi gerekmektedir. Böylece iklim değişikliğiyle mücadelede etkin bir rol oynanabilir ve gelecek nesillere yaşanabilir bir dünya bırakılabilir.

KAYNAKÇA

Arı, A., & Zeren, F. (2011). CO2 emisyonu ve ekonomik büyüme: Panel veri analizi. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, *18*(2), 37-47.

Başar, S., & Akyol, H. (2018). Enerji tüketimi ve karbon emisyonu ile iktisadi büyüme arasındaki ilişkinin tespit edilmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi*, *9*(23), 332-347.

Çetin, M., & Yüksel, Ö. (2018). Türkiye ekonomisinde enerji tüketiminin karbon emisyonu üzerindeki etkisi. *Journal of Mehmet Akif Ersoy University Economics and Administrative Sciences Faculty*, *5*(2), 169-186.

Çoban, O. (2015). Yenilenebilir enerji tüketimi karbon ve emisyonu ilişkisi: TR örneği. *Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, *1*(38), 195-208.

Kahraman, G. (2019). Türkiye'de kentleşmenin enerji tüketimi ve karbon salınımı üzerine etkisi. *Journal of the Institute of Science and Technology*, *9*(3), 1559-1566.

Kazanasmaz, E., Demirel, B. L., Karatepe, S., & Hızarcı, A. E. (2023). Ekonomik büyüme, elektrik tüketimi ve karbon emisyonu ilişkisi: Türkiye örneği. *Muhasebe ve Finans İncelemeleri Dergisi*, *6*(2), 248-265.

Okumuş, İ. (2020). Türkiye'de yenilenebilir enerji tüketimi, tarım ve CO2 emisyonu ilişkisi. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, *6*(1), 21-34.

Polat, B., & Kızılkan, Ö. (2022). Yenilenebilir enerji tüketimi ve karbon emisyonu ilişkisi: OECD ülkeleri örneği. *Euroasia Journal of Social Sciences & Humanities*, *9*(29), 91-104.

https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators

SİNYALİZASYON VE KANALLANDIRMA ENTEGRASYONU İLE DÖNEL KAVŞAK OPTİMİZASYONU: LİTERATÜR BULGULARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Timur Ozan ÖZAY
DSI 252nd Branch Directorate, 17020 Çanakkale
ORCID: 0009-0008-2123-4355
Fatih YONAR
Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering, 17020 Çanakkale
ORCID: 0000-0001-7508-3443

ÖZET

Modern kentleşme ve artan araç sahipliği, şehir içi trafik yönetiminde sürdürülebilir ve verimli kavşak tasarımlarını zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda dönel kavşaklar, trafik güvenliği sağlama, akım sürekliliğini koruma ve işletme maliyetlerini düşürme konusundaki doğal avantajları nedeniyle geleneksel sinyalize kavşaklara kıyasla daha sık tercih edilmektedir. Ancak trafik hacminin doygunluk noktasına ulaşması ve giriş akımlarının dengesizleşmesi durumunda, bu kavşakların performansı düşebilmektedir. Bu kapsamlı literatür derlemesi, söz konusu performans kayıplarını minimize etmek ve kapasiteyi optimize etmek amacıyla uygulanan sinyalizasyon ve geometrik kanallandırma stratejilerinin etkilerini incelemektedir. Mevcut literatür ve literatürdeki simülasyon analizleri ışığında; sinyalizasyon entegrasyonunun doygunluk seviyesindeki kavşaklarda kapasiteyi %50 oranında artırdığı ve kuyruk uzunluklarını %90'a varan oranlarda azalttığı tespit edilmiştir. Güvenlik perspektifinden bakıldığında, sinyalizasyon ve geometrik kanallandırmanın eşzamanlı kullanımı, şerit değiştirme ve örülme kaynaklı çatışmaları minimize ederek yıllık kaza sayısında %80'in üzerinde bir azalma sağlamaktadır. Çevresel etkiler açısından ise, dur-kalk hareketlerinin azalmasıyla yakıt tüketiminde %9,5 ve karbon emisyonlarında %9,4 oranında tasarruf kaydedildiği belirtilmiştir. Sonuç olarak, sinyalizasyon ve kanallandırma ile optimize edilmiş dönel kavşaklar; modern şehir içi ulaşım ağlarında güvenlik, verimlilik ve ekolojik sürdürülebilirliği dengeleyen güçlü mühendislik çözümlerinden biri olarak öne çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sinyalize dönel kavşak, kapasite analizi, trafik güvenliği, kanallandırma, çevresel etki.

ROUNDABOUT OPTIMIZATION WITH SIGNALIZATION AND CHANNELIZATION INTEGRATION: AN EVALUATION OF LITERATURE FINDINGS

ABSTRACT

Modern urbanization and increasing vehicle ownership demand sustainable and efficient intersection designs in urban traffic management. In this context, roundabouts are increasingly popular than traditional signalized intersections because they offer built-in benefits that enhance safety, maintain flow, and reduce costs. However, the performance of these intersections can decrease when traffic volume reaches saturation and entry flows become unbalanced. This comprehensive literature review examines the effects of signalization and geometric channelization strategies for reducing such performance losses and optimizing capacity. Recent studies and simulations show that signal integration can increase capacity by 50% at busy intersections and reduce queue lengths by up to 90%. From a safety standpoint, combining signalization and geometric channelization minimizes conflicts caused by lane changes and weaving, leading to an over 80% reduction in annual accidents. Regarding environmental impact, reducing stop-and-go traffic results in a 9.5% fuel savings and a 9.4% decrease in carbon emissions. In conclusion, optimized roundabouts through signalization and channelization are effective engineering solutions for balancing safety, efficiency, and environmental sustainability in modern urban transportation.

Keywords: Signalized roundabout, capacity analysis, traffic safety, channelization, environmental impact.

1. GİRİŞ

Dönel kavşaklar, geçiş önceliğinin merkezi ada etrafında dönen taşıtlarda olduğu, dairesel geometrik forma sahip ulaşım altyapı sistemleridir. Dünya genelinde, geleneksel sinyalize kavşaklara kıyasla daha güvenli olmaları, bakım ve işletme maliyetlerinin daha düşük olması ve estetik düzenlemelere imkân tanıması nedeniyle yaygın bir kullanım alanına sahiptirler (Giuffre vd., 2016; Saldivar-Carranza vd., 2021). Dönel kavşakların temel işletim prensibi olan "yol verme" kuralı, sürücülerin hızlarını düşürmesini sağlayarak ciddi kazaları önlemekte ve trafik akımını iyileştirmektedir. Ancak, giriş akımlarının dengesiz olduğu durumlarda, belirli girişlerden çok sayıda taşıt geldiğinde ya da kavşak genelinde talep kapasiteyi aştığında, bu prensip işlevsizleşebilmektedir. Böyle durumlarda, ikincil yollardan gelen araçlar için boşluk bulma ihtimali azalmakta, bu da akım hızının yavaşlamasına, bekleme sürelerinin artmasına ve hizmet seviyesinin düşmesine neden olmaktadır (Kukaz vd., 2025).

Bu tür darboğazların aşılması, yol hakkı tahsisinin adil bir şekilde düzenlenmesi ve kavşak verimliliğinin artırılması amacıyla literatürde ve saha uygulamalarında sıklıkla sinyalizasyon yöntemlerine başvurulmaktadır (Bared & Edara, 2005). Sinyalizasyon uygulaması operasyonel fayda sağlamakla birlikte, dönel kavşak dinamiğinin temelinde yer alan sürücü inisiyatifli "boşluk kabulü" davranışını değiştirdiği için yeni operasyonel zorluklar ortaya çıkarmaktadır (Giuffre vd., 2016). Sadece sinyalizasyonun yeterli olmadığı durumlarda, fiziksel düzenlemelerin (kanallandırma) sinyalizasyon stratejileriyle entegrasyonu, trafik akımını disipline etmek ve kapasiteyi artırmak için kritik bir yöntem olarak öne çıkmaktadır.

Bu çalışma, dönel kavşaklarda, kanallama tekniklerinin sinyalizasyonla birleştirildiğinde trafik akımını nasıl yönlendirdiğini, çakışma hareketlerinin yönetilmesi neticesinde kapasitede gözlemlenen değişimleri ve farklı kanallama tasarımlarının sinyalizasyon stratejileriyle etkileşimini derinlemesine irdelemektedir. Çalışma kapsamında, trafik akımını iyileştirme ve tıkanıklığı azaltma yolunda literatürde elde edilmiş teorik ve ampirik sonuçlar sistematik bir şekilde derlenmiştir.

2. DÖNEL KAVŞAK TASARIMI VE KAPASİTE DİNAMİKLERİ

2.1. Tasarım İlkeleri ve Geometrik Etkiler

Dönel kavşaklar; merkez ada, yaklaşım kolları, dolaşım yolu ve ayırıcı adalar gibi temel bileşenlerden oluşmaktadır. Kavşağın geometrik formu, araç hızlarını, kesişme noktalarını ve toplam trafik akımını doğrudan etkilediği için kavşak işleyişinin başarısında belirleyici bir role sahiptir (Ali ve Majid, 2023). Kavşağın geometrik tasarımı, çeşitli trafik akım hareketleri için "boşluk kabulü" parametrelerini ve giriş kapasitesini belirlemekte, dolayısıyla kavşak kapasitesini doğrudan etkilemektedir (Shatnawi vd., 2022).

Örneğin, bir aracın kavşağa giriş açısı, merkez adada dolaşan araçların hızını ve güvenliğini etkileyebilmektedir. Benzer şekilde giriş genişliği; şerit sayısını ve eş zamanlı hareket edebilecek araç sayısını tayin ederek kavşak kapasitesi üzerinde doğrudan bir etkiye sahiptir (Giuffre vd., 2016). Ayrıca kavşak verimliliği, merkez adanın şeklinden de etkilenmektedir. Literatürdeki çalışmalar, eliptik merkez ada tasarımlarının, dairesel tasarımlara göre gecikmeleri azalttığını, kapasiteyi artırdığını ve genel performansı iyileştirdiğini ortaya koymaktadır (Fathullah vd., 2023). Diğer bir önemli bileşen olan ayırıcı adalar ise, trafiği yönlendirip kavşağa giriş yapan araçları yavaşlatarak hem araç hem de yaya güvenliğini artırmakta kritik bir rol oynamaktadır (Demir ve Demir, 2020).

2.2. Kapasite Analizi ve Belirleyici Parametreler

Dönel kavşak kapasitesi, temel olarak akımdaki boşlukların kullanılabilirliği ve çakışan araçların yarattığı engellerin varlığı ile belirlenmektedir. Kapasiteyi ölçmek için geliştirilen matematiksel modeller, gözlem verileri ve trafik akım teorileri üzerine kurulmuştur (Ali ve Majid, 2023). Bu modeller, giriş kapasitesini doğru bir şekilde tahmin etmek için, merkez ada çapı, dolaşım yolu genişliği gibi geometrik faktörlerin yanında sürücü davranışlarını da hesaba katmaktadır (Hasanat ve Juhasz, 2022; Polus ve Shmueli, 1997).

Kapasite analizlerinde, regresyon analizleri ve boşluk kabul parametreleri gibi analitik ve ampirik yöntemler kullanılmaktadır. Sürücü davranışları ve geometrik koşulların etkileşimi ile "kritik boşluk" ve "takip mesafesi" gibi temel parametreler ortaya çıkmaktadır. Özellikle, dolaşım trafiğinde kabul edilebilir en kısa zaman aralığını gösteren kritik boşluk ve aynı yöntemle ölçülen ardışık araçlar arasındaki takip süresi, kapasite formüllerinin hassas kalibrasyonu için kilit öneme sahiptir (Hasanat ve Juhasz, 2023).

Ayrıca trafik talebi değişkenlerinden giriş ve dolaşım akımları kapasiteyle doğrudan ters orantılı bir ilişki içindedir; dolaşım akımı arttıkça, giriş kollarındaki araçların kavşağa katılımı zorlaşmakta ve giriş kapasitesi azalmaktadır (Mauro, 2020; Demir ve Demir, 2020). Trafik kompozisyonu da önemli bir değişkendir; ağır taşıtlar, binek araçlara göre daha büyük boşluklara ve daha uzun hızlanma mesafelerine ihtiyaç duymaktadır. Bu durum akım hızını yavaşlatmakta ve trafik içinde ağır taşıtların oranının kapasiteyi düşüren önemli bir faktör olmasına yol açmaktadır (Fathullah vd., 2023).

3. SİNYALİZASYON ENTEGRASYONU: TASARIM, İŞLETME VE PERFORMANS

3.1. Sinyalizasyonun Gerekliliği ve Çalışma Mekanizması

Sinyalize olmayan kavşaklarda, talep yüksek olduğunda ya da akım düzensiz olduğunda ciddi bir "boşluk sıkıntısı" ortaya çıkmaktadır. Bu durum genellikle uzun kuyruklar, gecikmeler ve çakışma sorunlarına yol açmaktadır (An vd., 2023). Dönel kavşaklara sinyalizasyon uygulanarak, sisteme yeni bir kontrol katmanı eklenmiş olur. Sinyalize dönel kavşaklarda, giriş ve dolaşım hareketleri önceden belirlenmiş sinyal fazlarıyla yönetilmektedir. Bu sayede özellikle yoğun ve dengesiz trafik koşullarında boşluk oranı yapay olarak artırılmakta ve kapasite yaklaşımlar arasında daha eşit dağıtılabilmektedir (Rashed ve Imam, 2020).

Sinyalizasyonun temel amacı, kavşakta geçiş hakkının daha esnek bir şekilde tahsis edilmesini sağlamaktır. Sinyalizasyon sayesinde trafik yoğun olduğunda bile, tüm yaklaşımların dolaşım yoluna erişebilmesi garanti altına alınmaktadır (Tumminello vd., 2025). Sinyalizasyonun dikkatli kullanımı ile yoğun yaklaşımlardan gelen giriş akımı kontrol altına

alınabilir. Böylece çok şeritli kavşaklarda sık görülen ve tüm sistemi kilitleyen dolaşım yolunun tıkanması sorunu önlenebilir (Giuffre vd., 2012).

3.2. Operasyonel Avantajlar ve Ülke Bazlı Ampirik Bulgular

Literatürdeki çalışmalar, sinyalize dönel kavşakların geleneksel dönel kavşaklara ve sabit süreli sinyalize kavşaklara göre daha yüksek performans gösterdiğini kanıtlamaktadır. Sinyalizasyon sistemi, tıkanıklık olan giriş kollarına öncelikli yeşil süresi vererek akım dengesizliğini yönetebilmektedir. Dinamik yeşil süre tahsisi, ana trafik akımlarında ortalama gecikme ve kuyruk uzunluklarını önemli ölçüde azaltmaktadır (Rashed ve Imam, 2020).

Bu konuda yapılan uluslararası çalışmalar şu çarpıcı sonuçları sunmaktadır:

- **Genel Kapasite:** Sinyalizasyon kullanımı, tüm yaklaşımlarda ortalama gecikmeyi %30'un üzerinde azaltmış ve yoğun koşullarda kapasiteyi artırmıştır (An vd., 2023).
- **Gana Örneği:** Gana'daki arterlerde yapılan bir çalışmada araştırmacılar, sinyalizasyon ve geometrik iyileştirmeleri birleştirmiştir. Bu entegrasyon sonucunda kavşak kapasitesinin yaklaşık %50 arttığı ve ana yollardaki ortalama kuyruk uzunluklarının %90'dan fazla azaldığı gözlemlenmiştir (Osei vd., 2021).
- **İtalya Analizleri:** İtalya'daki karşılaştırmalı analizler, trafik hacmi doygunluğa yaklaştıkça sinyalize dönel kavşakların daha kararlı bir performans sağladığını göstermiştir (Bernetti vd. 2003).
- **Avustralya Bulguları:** Avustralya'daki çalışmalar ise "ölçümleme sinyallerinin" (metering signals), kontrol edilen yaklaşımlarda gecikme ve kuyruklanmayı %20 ila %40 arasında azalttığını belgelemektedir (Akçelik, 2005).

3.3. Dezavantajlar ve Kısıtlar

Bu belirgin avantajlarının yanında sinyalize dönel kavşakların bazı dezavantajları ve uygulama zorlukları da mevcuttur. Sinyalizasyon sisteminin kurulum, bakım ve enerji tüketiminden kaynaklanan yüksek maliyetler oluşturması, bunların başında gelmektedir. Ayrıca, yanlış tasarlanmış sinyal fazları ya da sürücülerin alışık olmadığı karmaşık düzenlemeler, sürücüler için kafa karışıklığı ve karmaşa yaratabilmektedir (Indhiradevi vd., 2023). Trafik talebiyle tam uyumlu olmayan bir faz düzenlemesi, sinyalizasyonun faydalarını yok etmekte, gecikmeleri artırmakta ve tıkanıklığa yol açmaktadır (An vd., 2023; Fernandes vd., 2018).

4. KANALLAMA STRATEJİLERİ VE TURBO DÖNEL KAVŞAKLAR

4.1. Kanallamanın Tanımı ve Turbo Tasarımlar

Kanallama, fiziksel bariyerler, ayırıcı adalar ya da yatay işaretlemeler kullanarak araçların giriş, dolaşım ve çıkış sırasında hangi yolu kullanacağını net bir şekilde gösteren bir trafik

mühendisliği uygulamasıdır. Kanallama, özellikle dönel kavşakların operasyonel verimliliğini artırmakta, kapasiteyi yükseltmek ve güvenliği sağlamak için taşıtların doğru yönlendirilmesini sağlamaktadır. Karmaşık sinyalize dönel kavşaklarda kanallama sayesinde trafik akışı düzenlenmekte ve çarpışma riski minimize edilmektedir (Yimer, 2021).

Turbo dönel kavşaklardan esinlenen gelişmiş kanallama tasarımları, belirli araç hareketleri için özel şeritler kullanarak çakışmaları azaltmayı hedeflemektedir. Fiziksel şerit ayırıcılar, bu tasarımları desteklemekte, şerit değiştirmeyi engellemekte ve potansiyel sürtünme kazalarını azaltmaktadır (Pratelli vd., 2017). Spiral ve turbo tasarımlardaki net rotalar sayesinde, şerit değişiklikleri ve ani manevralar azalmakta; bu durum hem geleneksel hem de otonom araçların daha güvenli bir yolda hareket etmesini sağlamaktadır (Grana vd., 2025; Giuffre vd., 2016).

Mikrosimülasyon çalışmaları, iki şeritli bir turbo dönel kavşağın kapasitesinin, üç şeritli klasik bir dönel kavşağa göre %12-%20 oranında daha yüksek olduğunu göstermektedir. Bu tasarımın, trafik akımının kollar arasında eşit dağıldığı durumlarda en yüksek kapasite seviyesine ulaştığı belirtilmektedir (Yperman ve Immers, 2003).

4.2. Güvenlik Etkileri

Doğru bir şekilde tasarlanmış ve uygulanmış kanallama, akımları yönlendirip kavşak içindeki çakışma alanlarını en aza indirerek trafik güvenliğini olumlu etkilemektedir (Macioszek ve Tumminello, 2024). Kanalize kavşaklar, normal işaretli kavşaklardan daha az çakışma noktasına (conflict points) sahip olup, çarpışma riskini azaltmaktadır (Ramdhan vd., 2024).

Öngörülebilir rotalar oluşturularak zıt trafik akımları fiziksel olarak ayrılmakta ve potansiyel çarpışma noktaları azalmaktadır. Özellikle ciddi yaralanmalı dik açı çarpışmaları ve kafa kafaya çarpışma riskleri bu sayede düşürülmektedir (Ramdhan vd., 2024). Araştırmalara göre kanallama, sürücülerin karar verme süreçlerini iyileştirmektedir; şerit değiştirmeyi daha güvenli kılmakta ve yoğun saatlerde kaza oranlarını %50'ye kadar düşürebilmektedir (Javed vd., 2025). Ayrıca çakışma noktalarının azalması ve geçiş hızlarının düşmesi nedeniyle turbo kavşakların standart iki şeritli kavşaklara göre daha üstün bir güvenlik seviyesi sağladığını belirtmektedir (Kocianova, 2016).

5. ENTEGRE SISTEMİN PERFORMANS ANALİZİ: SİNYALİZASYON VE KANALLAMA

Literatürde belirtildiği üzere sinyalizasyon ve kanallandırma stratejilerinin birlikte kullanılması, tekil uygulamaların ötesinde ortak bir etki yaratarak kapasite, güvenlik ve çevresel sürdürülebilirlik alanlarında daha iyi sonuçları vermektedir.

- **Kapasite Artışı:** Sinyalize dönel kavşaklarda kanallama stratejileri trafiği düzenleyerek sinyal faz planlarını basitleştirmekte, bu da kapasiteyi artırmakta ve gecikmeleri azaltmaktadır. Türkiye'nin Niğde ilinde yapılan bir çalışmada, kanallama ve geometrik ayarlarla modern bir kavşak tasarımı, iç içe sinyal sistemine göre tasarlanmış bir kavşakta kapasiteyi %67,8 oranında artırmıştır. Aynı çalışma, modern tasarımın ortalama gecikmeleri %72,8 oranında azalttığını ortaya koymuştur (Demir ve Demir, 2020).
- **Trafik Güvenliği:** Polonya'daki uzun vadeli analizler, sinyalizasyonun tek başına her zaman en güvenli çözüm olmayabileceğini göstermiştir. Ancak sinyalizasyon, turbo dönel kavşak gibi geometrik iyileştirmelerle desteklendiğinde, kaza sayısı ve kaza şiddeti gibi ölçütlerde düşüşler gözlemlenmiştir. Polonya'da bulunan Kocmyrzowskie kavşağı buna en iyi örnektir; tesis edilen fiziksel düzenlemeler ve yeni trafik ışıkları, yıllık kaza sayısını 80'den 15'e kadar düşürmüştür (Tracz ve Chodur, 2012). Ayrıca Katar'da "Surrogate Safety Assessment Model" (SSAM) kullanılarak yapılan analizler, uygun sinyal fazlarının ve kanallamanın çarpışma riskini azalttığını doğrulamaktadır (Ghanim vd., 2020).
- **Çevresel Sürdürülebilirlik:** Bu entegre düzenlemeler, trafik akışındaki "dur-kalk" hareketlerini ve bekleme sürelerini kısaltmaktadır. Yapılan analizlerde, yakıt tüketiminde %9,5, karbon (CO_2) emisyonunda ise %9,4 oranında tasarruf elde edildiği hesaplanmıştır. Bu durum, sinyalize ve kanalize edilmiş dönel kavşakların sadece işlevsel değil, ekolojik açıdan da verimli olduğunu göstermektedir (Demir ve Demir, 2020).

6. MODELLEME YAKLAŞIMLARI VE METODOLOJİ

Kanalize ve sinyalize edilmiş dönel kavşakların performansını, farklı trafik koşullarında ve senaryolarında ölçmek için, genellikle PTV Vissim gibi gelişmiş mikrosimülasyon programlarıyla modelleme yapılmaktadır (Macioszek ve Tumminello, 2024; Alkaissi, 2023). Bu modeller; kanallama geometrisi, sinyal zamanlaması ve trafik talebi arasındaki karmaşık etkileşimleri simüle ederek; verimlilik, kuyruk uzunluğu ve gecikme süresi gibi temel performans ölçütlerini ayrıntılı olarak analiz etme imkânı sunmaktadır (Kollar, 2024).

Teorik çerçevede ise Highway Capacity Manual metodolojisi, doygunluk akım hızı ve yeşil zaman kullanımı gibi parametrelerin analizinde temel teşkil etmektedir. Ampirik çalışmalar, teorik modelleri gerçek dünya verileriyle doğrulamış ve kanalize tasarımların pratik faydalarını somutlaştırmıştır (Indhiradevi vd., 2023). Mikrosimülasyon modelleri, mühendislikte kanalize

sinyalize dönel kavşakların performansını geleneksel sinyalize kavşaklarla ya da sinyalsiz kavşaklarla karşılaştırmak için en etkin araç olarak kullanılmaya devam etmektedir (Rashed ve Imam, 2020).

7. GELECEK YÖNELİMLER VE ARAŞTIRMA BOŞLUKLARI

Şehir içi kavşaklarda trafik akımı zamanla çok değişiklik gösterdiğinden, uyarlanabilir sinyal kontrol sistemleriyle kanallama geometrisinin bir arada çalışması gerekmektedir. Ancak literatürde hala derinlemesine incelenmesi gereken alanlar bulunmaktadır. Özellikle, kanallama tasarımlarının yayalar ve bisikletliler gibi savunmasız yol kullanıcıları üzerindeki etkileri konusunda daha çok araştırmaya ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

Gelecek araştırmaların ana odak noktasının, gelişmekte olan otonom araç (AV) teknolojileri ve bunların mevcut altyapı ile etkileşimi olacağı öngörülmektedir. Otonom araçların "müfreze" (platooning) halinde nasıl hareket ettiği ve araçtan altyapıya (V2I) iletişim teknolojisinin sinyal zamanlamasını nasıl iyileştirebileceği konuları kritik öneme sahiptir (Grana vd., 2025). Mevcut simülasyon modelleri insan sürüş davranışlarına dayanmaktadır; bu nedenle gelecekteki çalışmaların, otonom ve manuel araçların bir arada bulunduğu "karma trafik" koşullarını doğru yansıtan simülasyon modelleri geliştirmeye odaklanması gerekmektedir (Nickkar ve Lee, 2022). Yeni nesil modellerin, otonom araçlara özel daha iyi araç takip ve şerit değiştirme algoritmalarını içermesi gerektiği de literatüdeki sonuçlar arasında yer almaktadır (Niroumand vd., 2022).

8. SONUÇLAR

Bu çalışmada incelenen akademik literatür ve literatürdeki simülasyon analizleri, sinyalizasyon ve kanallandırma uygulamalarının entegrasyonunun kavşak performansını çok boyutlu olarak iyileştirdiğini göstermektedir. Özellikle doygunluk seviyesine ulaşmış ya da dengesiz akım koşullarına sahip dönel kavşaklarda, bu stratejiler performansı maksimize etmektedir.

Sinyalizasyon uygulamaları geleneksel dönel kavşakların kapasite sınırlarını genişletmektedir; Gana ve Polonya gibi ülkelerde yapılan saha çalışmaları sinyalizasyonun kavşak kapasitesini %50'ye kadar artırdığını ve kuyruk uzunluklarını %90'a kadar azalttığını kanıtlamıştır (Osei vd., 2021; Tracz ve Chodur, 2012). Kanallama ve turbo kavşak tasarımları trafik güvenliğini artırmakta; ayırıcılar şerit değiştirme çarpışmalarını azaltarak kaza sayılarını minimize etmektedir. Söz konusu düzenlemeler çevresel sürdürülebilirliğe de katkı sağlamakta; dur-kalk hareketlerini azaltarak yakıt ve emisyon tasarrufu sunmaktadır.

Sonuç olarak; sinyalizasyon ve kanallandırma, modern şehir içi ulaşım ağlarında güvenlik, kapasite ve sürdürülebilirliği dengeleyen güçlü mühendislik çözümleri arasında yer almaktadır.

Gelecekte, otonom araç teknolojilerinin bu altyapıya entegre edilmesiyle, kavşak performanslarının teorik sınırların da ötesine Geçmesi beklenmektedir.

KAYNAKLAR

Akçelik, R. (2005, May). Capacity and performance analysis of roundabout metering signals. In TRB National Roundabout Conference, Vail, Colorado, USA (pp. 22-25).
Ali, H. K. M., & Majid, H. (2023). Comparative Evaluation of Roundabout Capacities Methods for Single-lane and Multi-lane Roundabout. Journal of Engineering, 29(3), 76. https://doi.org/10.31026/j.eng.2023.03.06
Alkaissi, Z. A., & Qasim, L. (2023). Operational Analysis of Roundabout and Capacity Estimation: A Case Study Comparison of Sidra And HCM. The 6th Applied Engineering and 3rd Sustainable Engineering Conference, June 2023 (pp. 104-110).
An, H. K., Bae, G., & Kim, D. S. (2023). Study of Full Controlled Green Time Roundabouts – An Intelligent Approach. PROMET - Traffic&Transportation, 35(2), 212. https://doi.org/10.7307/ptt.v35i2.34
Bared, J., & Edara, P. (2005). Simulated Capacity of Roundabouts and Impact of Roundabout Within a Progressed Signalized Road. Transportation Research Circular, 2005. http://pubsindex.trb.org/view.aspx?id=775551
Bernetti, G., Dall"acqua, M., & Longo, G. (2003). Unsignalized vs signalized roundabouts under critical traffic conditions: a quantitative comparison. In Proceedings of The European Transport Conference (Etc) 2003 held 8-10 October 2003, Strasbourg, France.
Demir, H. G., & Demir, Y. K. (2020). A Comparison of Traffic Flow Performance of Roundabouts and Signalized Intersections: A Case Study in Nigde. The Open Transportation Journal, 14(1), 120. https://doi.org/10.2174/1874447802014010120
Fathullah, H. S., Majid, H., Ahmed, C., Sourkan, S. H., Ismael, K., & Abdulsamad, B. Z. (2023). Traffic Circulation Efficiency of Elliptical Roundabouts. ARO-The Scientific Journal of Koya University, 11(2), 65. https://doi.org/10.14500/aro.11150
Fernandes, P., Teixeira, J., Guarnaccia, C., Bandeira, J. M., Macedo, E., & Coelho, M. C. (2018). The Potential of Metering Roundabouts: Influence in Transportation Externalities. Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board, 2672(25), 21. https://doi.org/10.1177/0361198118774667
Ghanim, M., Kharbeche, M., Hannun, J., Hannun, J., & Shamiyeh, K. (2020). Safety and operational performance of signalized roundabouts: a case study in doha. Procedia Computer Science, 170, 427-433.
Giuffrè, O., Granà, A., Giuffrè, T., & Marino, R. (2012). Researching a Capacity Model for Multilane Roundabouts with Negotiation of the Right-of-Way between Antagonist Traffic Flows. Modern Applied Science, 6(5). https://doi.org/10.5539/mas.v6n5p2
Giuffrè, O., Granà, A., & Tumminello, M. L. (2016). Methodological Frontier in Operational Analysis for Roundabouts: A Review [Review of Methodological Frontier in Operational Analysis for Roundabouts: A Review]. Frontiers in Built Environment, 2. Frontiers Media. https://doi.org/10.3389/fbuil.2016.00028
Granà, A., Macioszek, E., & Tumminello, M. L. (2025). Simulation-Based Performance Evaluation for Smart Road Systems. Scientific Journal of Silesian University of Technology Series Transport, 127, 87. https://doi.org/10.20858/sjsutst.2025.127.6
Hasanat, H. A. A., & Juhász, J. (2022). The Influence of Circulating and Entering Flows on Critical Gaps Value in Roundabouts. International Journal for Traffic and Transport Engineering, 12(3). https://doi.org/10.7708/ijtte2022.12(3).03
Hasanat, H. A. A., & Juhász, J. (2023). Development of Empirical Models to Predict Gap Acceptance Parameter Based on the Geometrical and Operational Parameters of Different Roundabouts. Periodica Polytechnica Civil Engineering. https://doi.org/10.3311/ppci.20883
Indhiradevi, P., Meenakshi, B. S., Ahamed, M. N., Vivekanandhan, M. R., madhavan, B. A., & Kumar, D. S. (2023). Development of alternatives for Signalized intersection- A Case study of Laxmi

Mill junction, Coimbatore. MATEC Web of Conferences, 384, 1005. https://doi.org/10.1051/matecconf/202338401005
Javed, S., Tusti, A. G., & Das, B. P. S. (2025). From Maneuver to Mishap: A Systematic Literature Review on U-Turn Safety Risks. arXiv (Cornell University). https://doi.org/10.48550/arxiv.2502.12556
Kocianova, A. (2016). Capacity limits of basic turbo-roundabouts. Komunikácie-vedecké listy Žilinskej univerzity v Žiline, 18(4), 90-98.
Kollár, A., Skapinyecz, R., & Erdei, L. A simulation based comparative analysis of interconnected signalized intersections and roundabouts from the aspect of permeability. European Transport \ Trasporti Europei (2024) Issue 96, Paper no 7, ISSN 1825-3997, https://doi.org/10.48295/ET.2024.96.7
Kukaz, Z. S., Jehad, A. E., Al-Rubaee, R. H., & Shubber, A. A. M. (2025). Conversion of Large Unsignalized Roundabout in Baghdad City to Signalized Intersection. Civil and Environmental Engineering. https://doi.org/10.2478/cee-2026-0007
Macioszek, E., & Tumminello, M. L. (2024). Simulating Vehicle-to-Vehicle Communication at Roundabouts. Transport Problems, 19(4), 45. https://doi.org/10.20858/tp.2024.19.4.04
Mauro, R. (2020). Testing roundabout capacity models: a practical aid for choosing the right one based on total capacity calculation. European Transport/Trasporti Europei, 80, 1. https://doi.org/10.48295/et.2020.80.7
Nickkar, A., & Lee, Y. J. (2022). Willingness to pay for advanced safety features in vehicles: an adaptive choice-based conjoint analysis approach. Transportation research record, 2676(7), 173-185.
Niroumand, R., Hajibabai, L., Hajbabaie, A., & Tajalli, M. (2022). Effects of autonomous driving behavior on intersection performance and safety in the presence of white phase for mixed-autonomy traffic stream. Transportation research record, 2676(8), 112-130.
Osei, K. K., Adams, C. A., Ackaah, W., & Oliver-Commey, Y. (2021). Signalization options to improve capacity and delay at roundabouts through microsimulation approach: A case study on arterial roadways in Ghana. Journal of Traffic and Transportation Engineering (English Edition), 8(1), 70-82.
Polus, A., & Shmueli, S. (1997). Analysis and Evaluation of the Capacity of Roundabouts. Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board, 1572(1), 99. https://doi.org/10.3141/1572-12
Pratelli, A., Casella, S., Farina, A., & Lupi, M. (2017). Conventional and unconventional roundabouts: A review of geometric features and capacity models [Review of Conventional and unconventional roundabouts: A review of geometric features and capacity models]. International Journal of Transport Development and Integration, 2(3), 225. WIT Press. https://doi.org/10.2495/tdi-v2-n3-225-239
Ramdhan, S., Trandinh, W., Arulmohan, S., Hu, X., Deevy, S., Bandur, V., Pantelic, V., Lawford, M., & Wassyng, A. (2024). Simulation-based Analysis of a Novel Loop-based Road Topology for Autonomous Vehicles. arXiv (Cornell University). https://doi.org/10.48550/arxiv.2402.10226
Rashed, O., & Imam, R. (2020). A Functional and Operational Comparison between Signalized and Unsignalized Roundabouts. International Journal of Engineering Research and Technology, 13(6), 1448. https://doi.org/10.37624/ijert/13.6.2020.1448-1454
Saldivar-Carranza, E. D., Mathew, J. K., Li, H., & Bullock, D. M. (2021). Roundabout Performance Analysis Using Connected Vehicle Data. Journal of Transportation Technologies, 12(1), 42. https://doi.org/10.4236/jtts.2022.121003
Shatnawi, A., Drine, A., Al-Zinati, M., & Althebyan, Q. (2022). Analyzing the Effect of Driving Speed on the Performance of Roundabouts. The International Arab Journal of Information Technology, 19. https://doi.org/10.34028/iajit/19/3a/11
Tracz, M., & Chodur, J. (2012). Performance and safety roundabouts with traffic signals. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 53, 788-799.
Tumminello, M. L., Zare, N., Macioszek, E., & Granà, A. (2025). Assaying Traffic Settings with Connected and Automated Mobility Channeled into Road Intersection Design. Smart Cities, 8(3), 86. https://doi.org/10.3390/smartcities8030086

Yimer, H. M. (2021). Comparative Study of Operational Performance between Roundabout and Signalized Intersection Using Sidra Software: A Case Study of Addis Ababa City. International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology, 9(11), 1593. https://doi.org/10.22214/ijraset.2021.39059
Yperman, I., & Immers, B. (2003, November). Capacity of a turbo roundabout determined by microsimulation. In Proceedings of the 10th world congress on ITS, Madrid, Spain (pp. 16-20).

MIG YÖNTEMİYLE KAYNAKLANAN 6000 SERİSİ ALÜMİNYUM'UN FARKLI ÜRETİM PARAMETRELERİNDE MİKROYAPISAL DEĞİŞİMİ

Öğr. Gör. Turgay TEHÇİ
Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sakarya Meslek Yüksekokulu, Metalurji Programı
ORCID ID: 0000-0003-4831-0668
Samet OĞURLU
Cumhur Metal Sac Boru Profil
ORCID ID: 0009-0004-3081-124X
Prof. Dr. Fatih ÇALIŞKAN
Sakarya Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Bölümü
ORCID ID: 0000-0002-9568-7049

ÖZET

Alüminyum alaşımları, düşük yoğunlukları, yüksek özgül mukavemetleri, iyi korozyon dirençleri ve şekillendirilebilirlikleri sayesinde başta otomotiv, havacılık, denizcilik ve yapısal mühendislik uygulamaları olmak üzere birçok endüstriyel alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu alaşımlar arasında yer alan 6000 serisi Al–Mg–Si alaşımları, çökelme sertleşmesi mekanizması sayesinde mekanik özelliklerinin ısıl işlemlerle geliştirilebilmesi ve görece iyi kaynaklana bilirlikleri nedeniyle mühendislik uygulamalarında öne çıkmaktadır. Özellikle AA6082 gibi alaşımlar, orta–yüksek dayanım seviyeleri ve dengeli mekanik özellikleri sayesinde taşıyıcı ve yarı taşıyıcı yapı elemanlarında sıklıkla tercih edilmektedir.

Bu alaşımların birleştirilmesinde yaygın olarak kullanılan yöntemlerden biri olan Gazaltı Metal Ark Kaynağı (MIG), yüksek üretim hızı, otomasyona uygunluğu ve kalın kesitlerde etkin nüfuziyet sağlaması nedeniyle endüstride önemli bir yere sahiptir. Ancak MIG kaynağı sırasında uygulanan akım şiddetine bağlı olarak değişen ısı girdisi, kaynak metali ve özellikle ısı tesiri altında kalan bölgede (ITAB) belirgin mikro yapısal değişimlere yol açabilmektedir.

Öte yandan, kaynaklı birleştirmelerde ITAB sınırlarının ve mikro yapısal farklılıkların doğru ve güvenilir biçimde ortaya konulabilmesi, kullanılan metalografik dağlayıcının türüne doğrudan bağlıdır. Farklı dağlayıcılar, tane sınırları, faz dağılımı ve geçiş bölgelerinin optik olarak ayırt edilebilirliği üzerinde farklı kontrastlar oluşturabilmektedir.

Bu çalışmada, 6000 serisi alüminyum plakaların tek paso iç köşe MIG kaynağında farklı amper değerlerinin oluşturduğu mikro yapısal ve mekanik değişimler incelenmiş; NaOH ve Keller dağlayıcılarının ITAB'ın optik mikroskop altında ayırt edilebilirliği üzerindeki etkinlikleri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: MIG, Alüminyum (AA6082), ITAB, Vickers Mikrosertlik

MICROSTRUCTURAL CHANGES OF 6000 SERIES ALUMINUM WELDED BY MIG METHOD UNDER DIFFERENT PRODUCTION PARAMETERS

ABSTRACT

Aluminium alloys are widely used in many industrial sectors—particularly automotive, aerospace, marine, and structural engineering applications—due to their low density, high specific strength, good corrosion resistance, and excellent formability. Among these alloys, the 6000-series Al–Mg–Si alloys stand out in engineering applications because, their mechanical properties can be enhanced through heat treatment via the precipitation-hardening mechanism, and because they exhibit relatively good weldability. Alloys such as AA6082, in particular, are frequently preferred for load-bearing and semi-load-bearing structural components owing to their medium-to-high strength levels and well-balanced mechanical properties.

One of the most commonly employed methods for joining these alloys is Gas Metal Arc Welding (GMAW/MIG), which holds a significant position in industry due to its high production rate, suitability for automation, and ability to provide effective penetration in thick sections. However, the heat input—varying as a function of the applied welding current during MIG welding—can lead to pronounced microstructural changes in the weld metal and, especially, in the heat-affected zone (HAZ).

On the other hand, the accurate and reliable delineation of HAZ boundaries and microstructural variations in welded joints is directly dependent on the type of metallographic etchant used. Different etchants can produce varying levels of contrast in terms of optical distinguishability of grain boundaries, phase distributions, and transition regions.

In this study, the microstructural and mechanical changes induced by different current levels in single-pass inside-corner MIG welding of 6000-series aluminium plates were investigated. In addition, the effectiveness of NaOH and Keller's etchants in enhancing the optical microscope-based distinguishability of the HAZ was comparatively evaluated.

Keywords: MIG Welding, Aluminium (AA6082), ITAB, Vickers Microhardness

1. GİRİŞ

Alüminyum alaşımları, düşük yoğunlukları, yüksek özgül mukavemetleri ve iyi korozyon dirençleri sayesinde otomotiv, havacılık, denizcilik ve yapısal mühendislik uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır (Arunakumara, P.C., ve arkadaşları 2023). Bu alaşımlar arasında yer alan 6000 serisi Al–Mg–Si alaşımları, çökelme sertleşmesi ile mekanik özelliklerinin geliştirilebilmesi ve nispeten iyi kaynaklana bilirlikleri nedeniyle endüstride önemli bir yere sahiptir (Raftar, H. R. ve arkadalşarı 2025, Chen, Z., 2025). Özellikle AA6082 alaşımı, dengeli

mekanik özellikleri sayesinde taşıyıcı ve yarı taşıyıcı yapılarda sıklıkla tercih edilmektedir (Xu, G. ve arkadaşları 2025, Meng, X. ve arkadaşları 2021).

MIG kaynağı, yüksek üretim hızı ve otomasyona uygunluğu nedeniyle alüminyum alaşımlarının birleştirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Khodabakhshi, A. ve arkadaşları 2025). Ancak kaynak sırasında uygulanan ısı girdisi, özellikle çökelme sertleşmesiyle güçlendirilmiş 6000 serisi alaşımlarda mikro yapı değişimlerine ve ısı tesiri altında kalan bölgede (ITAB) mekanik özellik kayıplarına yol açabilmektedir (Song, G. ve arkadaşları 2023, Qin, Q. ve arkadaşları 2020). ITAB'da Mg_2Si çökeltilerinin çözünmesi ve tane irileşmesi, sertlik ve dayanım düşüşünün temel nedenleri olarak gösterilmektedir (Ruan, Y. ve arkadaşları 2012, Landek, D. ve arkadaşları).

Literatürde MIG kaynağında akım şiddeti ile ısı girdisi ve nüfuziyet arasındaki ilişki kapsamlı biçimde incelenmiş; artan amper değerleriyle birlikte nüfuziyetin arttığı, ancak aşırı ısı girdisinin ITAB genişlemesine ve mikro yapısal bozulmalara neden olduğu kabul edilmektedir (Nurveren, K. ve Gündüz, B.B. 2018, Muangjunburee, P. ve Khrueaphue, T. 2022, Singh, S. ve arkadaşları 2022). Bu nedenle, kaynak kalitesinin değerlendirilmesinde yalnızca nüfuziyetin değil, ITAB davranışı ve mikro yapı sürekliliğinin de dikkate alınması gerektiği vurgulanmaktadır (Chen, C. ve arkadaşları 2022, Duan, C. ve arkadaşları 2018).

MIG kaynaklı alüminyum alaşımlarında mikro yapının karakterizasyonunda optik mikroskop yaygın olarak kullanılmakta olup, ITAB sınırlarının net biçimde ortaya konulabilmesi büyük ölçüde kullanılan dağlayıcı türüne bağlıdır (Yang, J. ve arkadaşları 2025, Koprivica, A. Ve arkadaşları 2020). NaOH esaslı dağlayıcılar genel kaynak geometrisini ortaya koyarken, Keller dağlayıcısının ITAB genişliği ve mikro yapısal kontrastın belirlenmesinde daha etkili olduğu bildirilmektedir (Yürük, A. ve arkadaşları, 2021, Li, S. ve arkadaşları 2025). Ancak farklı amper değerlerinde oluşan ITAB'ın optik olarak ayırt edilebilirliğinin dağlayıcı türüne bağlı olarak sistematik biçimde incelendiği çalışmalar sınırlıdır (Singh, S. ve arkadaşları 2022, Salvati, E. ve arkadaşları 2022).

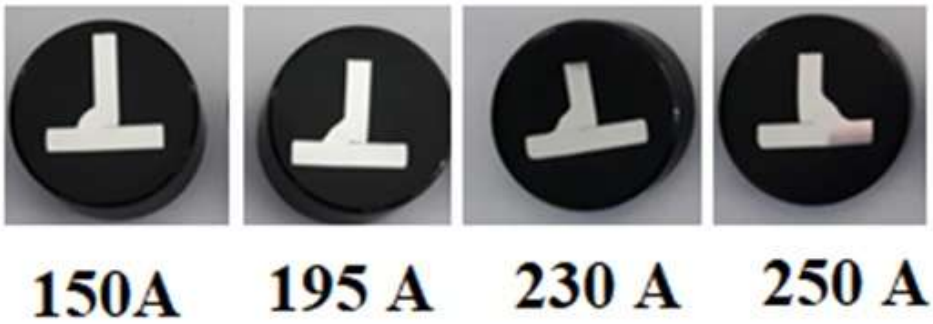
Bununla birlikte, MIG kaynaklı 6000 serisi alüminyum alaşımlarında mikro yapı değişimlerinin sertlik dağılımı ve kırılma davranışı üzerindeki etkileri, mekanik performans açısından kritik öneme sahiptir Xu, G. ve arkadaşları 2025, Meng, X., ve arkadaşları 2025. Sertlik profilleri ve kırılma testleri, ITAB'daki yumuşama eğiliminin mekanik bütünlük üzerindeki etkilerini ortaya koymaktadır (Raftar, H. R. ve arkadaşları 2025). Bu bağlamda, bu çalışmada 6000 serisi alüminyum malzemelerin MIG kaynağında farklı amper değerlerinde oluşan ITAB'ın optik

mikroskop altında ayırt edilebilirliği incelenmiş ve NaOH ile Keller dağlayıcılarının etkinlikleri karşılaştırılmıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada MIG kaynak tekniği kullanılarak alüminyumun 6000 serisinin 6x150x200 mm boyutlarındaki plakalarına farklı amper değerlerinde iç köşe kaynağı gerçekleştirilmiştir. Tane morfolojisinin amper değerlerine göre değişiminin incelenmesi amacıyla farklı kaynak amper değerlerinde kaynak işlemi uygulanmıştır. Kaynak işlemleri esnasında diğer tüm parametreler sabit tutulmuştur. Bununla birlikte dağlama işlemlerinde kullanılan dağlayıcı türünün optik mikroskop incelemelerine etkisi de incelemelere tabii tutulmuştur. Bu amaç için iki farklı dağlayıcı türü kullanılmıştır.

Amper parametresi olarak 150, 195, 230, 250 amper değerleri seçilmiş olup 1mm çapındaki ER4043 ilave tel kullanılmıştır. Argon gazı ile yapılan kaynak işlemlerinde 14 l/dk gaz debisi kullanılmıştır. İç köşe kaynağı olarak gerçekleştirilen deneylerde tek paso kaynak işlemi gerçekleştirilmiştir. Kaynaklı plakalardan öncelikli olarak Şekil 1 de gösterildiği gibi sertlik ve optik mikroskop değerlerinin incelenmesi amacı ile numuneler hazırlanarak bakalitleme işlemi gerçekleştirilmiştir.

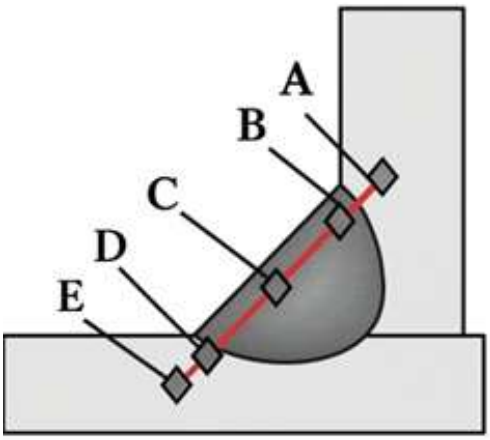


Şekil 1. Bakalite alınan deney numuneleri

Bakalite alınarak metalografik çalışmaları tamamlanan numunelerin sıralı sertlik ölçümleri yapılmıştır. Sertlik ölçümleri Mitutoya HV-112 Mikro Vickers sertlik ölçüm cihazı kullanılarak 0,1 kgf (100 g) yük altında ve 10 s bekleme süresi uygulanarak gerçekleştirilmiştir.

Uygulanan sertlik ölçümünün sıralı akışı Şekil 2'de temsili çizilmiştir. Görselde de aktarıldığı gibi ölçümler, ilk ana metal bölgesinden başlayıp sırasıyla; ITAB, kaynak metali, tekrar ITAB ve diğer ana metal bölgesini kapsayacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Deneysel sonuçların daha kolay yorumlanabilmesi amacıyla kodlama işlemi yapılmıştır. Bu kodlamada sertlik ölçümleri için birinci ana metal bölgesi "A", birinci ITAB bölgesi "B, kaynak metali "C", ikinci ITAB bölgesi "D" ve ikinci ana metal bölgesi ise "E" olarak kodlanmıştır (Şekil.2). Benzer bir

kodlama işlemi de amper değerleri için gerçekleştirilmiştir. Deney parametresi olarak seçilen 150, 195, 230, 250 amper değerleri sıralı bir şekilde; 150A, 195A, 230A, 250A tanımlanması gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2. Sıralı sertlik ölçümünün akışı

Sertlik deneylerinin devamında optik mikroskop görüntüleri alınarak nufuziyet değerleri incelenmiştir. Burada nufuziyet değerlerine ek olarak deneysel çalışmaların ikinci parametresi olan dağlayıcının etkileri de araştırılmıştır. Amaç doğrultusunda numuneler iki faklı dağlayıcı ile dağlanmış ve optik mikroskop görüntüleri alınmıştır. Birinci dağlayıcı türü olarak 1 gr NaOH, 100 ml su karışımı kullanılmıştır. İkinci dağlayıcı olarak ise Keller (2ml HF (%48), 3ml HCl (Konsantre), 5ml HNO3 (Konsantre), 190 ml su) kullanımı gerçekleştirilmiştir.

Nufuziyete amper değerinin etkisinin net bir şekilde belirlenmesi amacıyla kaynaklı plakalara kırma testi uygulanmıştır. Bu işlem 200 ton kapasiteli pres yardımıyla ve tam kopma gerçekleşene kadar devam ettirilmiştir.

3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

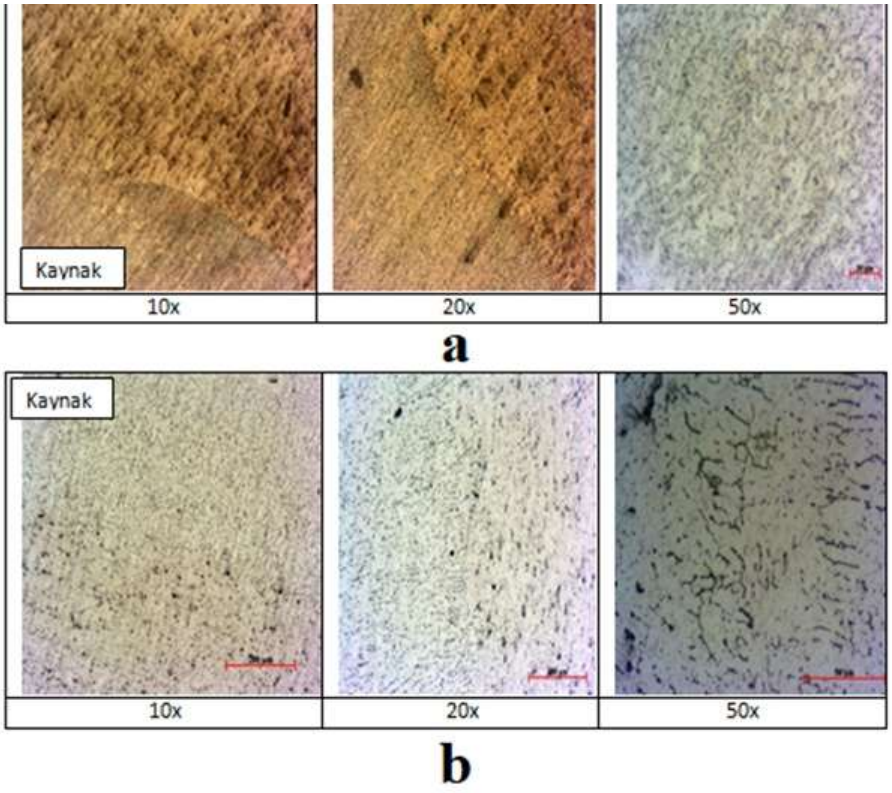
6000 serisi alüminyum plakalara uygulanan tek paso iç köşe kaynağına amper değerlerinin tane morfolojisine etkisinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen deneysel çalışmaların sonuçları aşağıda everilmiştir.

3.1. Mikro Yapı Sonuçları

Optik mikroskop ile alınan görüntülerde hem amper değerinin nufuziyete olan etkisi hem de dağlayıcı türünün dağlama üzerine etkileri incelenmiştir.

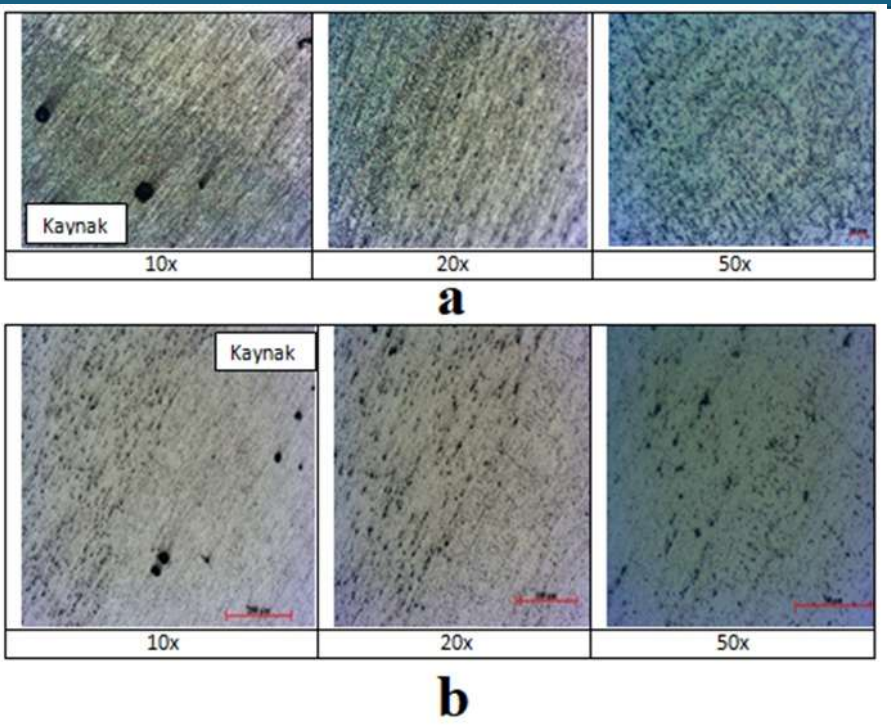
150A (Şekil 3) akım şiddetinde gerçekleştirilen iç köşe kaynağında, optik mikroskop görüntülerinde kaynak metalinin köşe bölgesini sınırlı ölçüde doldurduğu ve nüfuziyetin düşük seviyede kaldığı gözlemlenmiştir. Isı girdisinin nispeten düşük olması nedeniyle ana metal -

kaynak metali geçişi keskin olup, özellikle köşe kök bölgesinde eksik erime eğilimi dikkat çekmektedir. NaOH ile dağlanan numunelerde genel kaynak geometrisi ve ergime sınırı seçilebilmekle birlikte, tane sınırları ve ITAB geçişleri yeterince net değildir. Buna karşılık Keller dağlayıcısı kullanıldığında ITAB genişliği ve tane morfolojisi daha belirgin şekilde ortaya çıkmış, düşük amperde oluşan sınırlı ısı girdisinin mikro yapıya etkisi daha net gözlemlenebilmiştir.



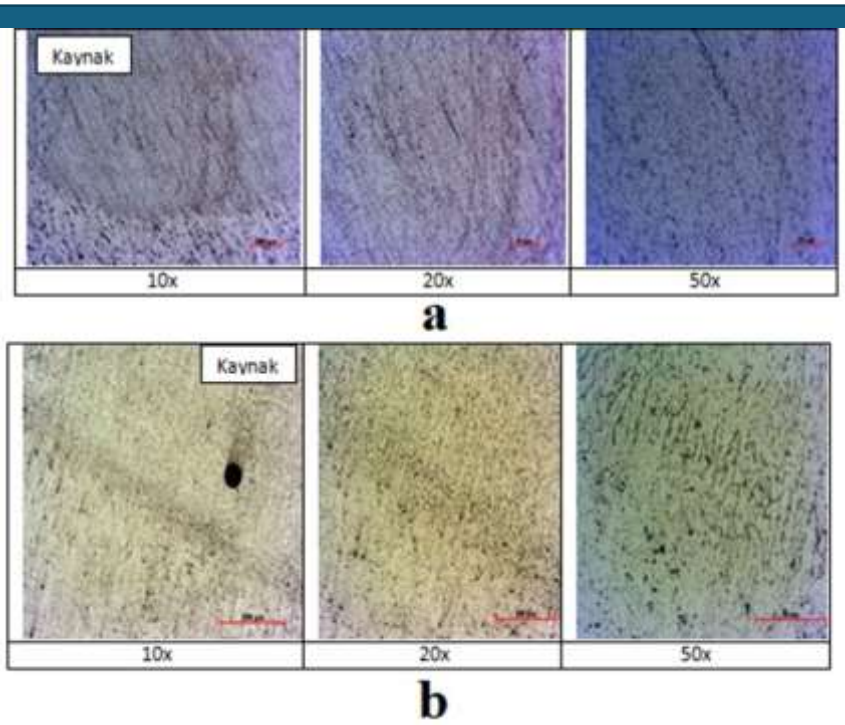
Şekil 3. 150 A ile kaynak yapılan numunenin optik mikroskop görüntüsü (a: NaOH, b: Keller ile dağlandı)

195A (Şekil 4) akım şiddetinde, 150A'ya kıyasla artan ısı girdisiyle birlikte nüfuziyetin belirgin şekilde arttığı görülmüştür. Kaynak metali iç köşe bölgesini daha homojen doldurmuş, ana metal ile kaynak metali arasında süreklilik arz eden bir geçiş bölgesi oluşmuştur. ITAB genişliği artmış olmakla birlikte, aşırı tane irileşmesine işaret eden olumsuz bir mikro yapı gözlenmemiştir. Dağlayıcı türü açısından değerlendirildiğinde, NaOH dağlayıcısı genel makro morfolojiyi ortaya koyarken, Keller dağlayıcısı ile ITAB sınırlarının ve kaynak metalindeki dendritik yapının daha net ayırt edilebildiği belirlenmiştir. Bu amper değerinin, mikro yapı açısından dengeli bir ısı girdisi sağladığı söylenebilir.



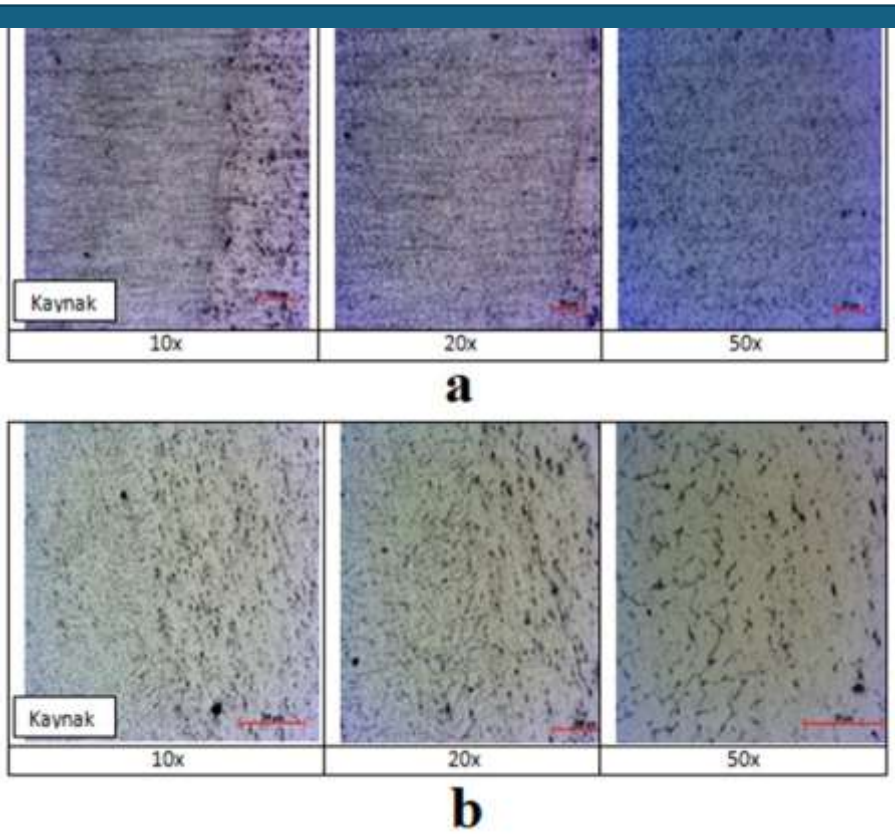
Şekil 4. 195 A ile kaynak yapılan numunenin optik mikroskop görüntüsü (a: NaOH, b: Keller ile dağlandı)

230A (Şekil 5) akım şiddetinde gerçekleştirilen kaynaklarda nüfuziyetin yüksek seviyelere ulaştığı, kaynak metalinin köşe bölgesini tamamen doldurduğu ve kök bölgesinde süreksizlik oluşmadığı tespit edilmiştir. Optik mikroskop görüntülerinde ana metal - kaynak metali geçişinin oldukça düzgün olduğu ve ITAB'ın daha geniş bir bölgeye yayıldığı gözlemlenmiştir. Keller dağlayıcısı ile alınan görüntülerde, artan ısı girdisine bağlı olarak ITAB bölgesinde tane irileşmesinin başladığı açıkça izlenebilmektedir. Buna karşın NaOH dağlamada bu mikro yapısal değişimler daha sınırlı algılanabilmektedir. Bu durum, yüksek amperlerde de mikro yapı analizinde Keller dağlayıcısının tercih edilmesi gerektiğini göstermektedir.



Şekil 5. 230 A ile kaynak yapılan numunenin optik mikroskop görüntüsü (a: NaOH, b: Keller ile dağlandı)

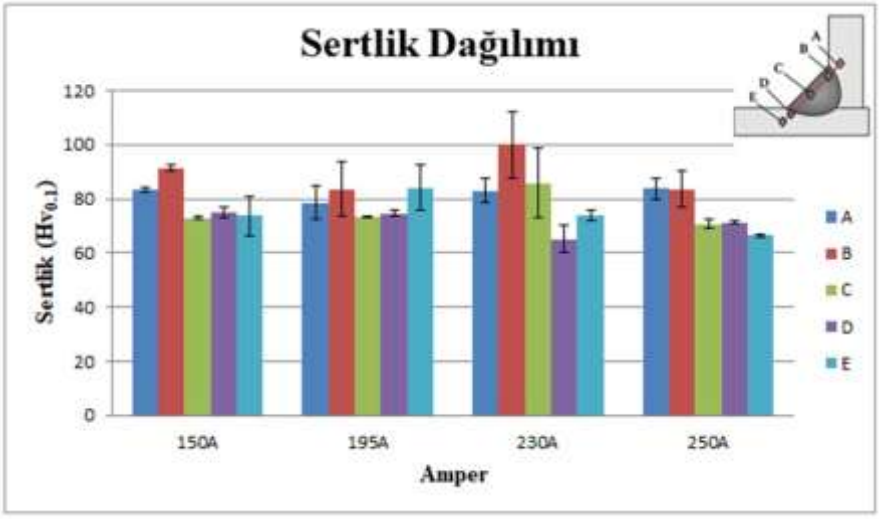
250A (Şekil 6) ile yapılan kaynaklarda maksimum ısı girdisi söz konusu olup, optik mikroskop görüntülerinde nüfuziyetin en yüksek seviyeye ulaştığı belirlenmiştir. Kaynak metali köşe geometrisini tamamen doldurmuş, ana metal ile tam bir metalürjik bağ oluşmuştur. Ancak artan ısı girdisine bağlı olarak ITAB bölgesinde belirgin tane irileşmesi ve mikro yapısal heterojenlik gözlenmiştir. Keller dağlayıcısı, yine bu amper değerinde de ITAB genişliğini ve tane büyümesini net bir şekilde ortaya koyarken; NaOH dağlayıcısı daha çok genel kaynak geometrisinin görülmesiyle sınırlı kalmıştır. Bu sonuçlar, çok yüksek amper değerlerinin nüfuziyeti artırmasına rağmen mikro yapı açısından olumsuz etkiler doğurabileceğini göstermektedir.



Şekil 6. 250 A ile kaynak yapılan numunenin optik mikroskop görüntüsü (a: NaOH, b: Keller ile dağlandı)

3.2. Vickers Sertlik Ölçümü Sonuçları

Vickers sertlik ölçümleri, Şekil 7'de belirtilen kodlama doğrultusunda sıralı olarak alınmıştır. Kaynak amperinin mekanik özelliklere etkisi detaylı bir şekilde değerlendirilmiştir.



Şekil 7. Vickers sertlik ölçüm dağılımı

Sıralı Vickers sertlik ölçümleri (A–B–C–D–E bölgeleri) değerlendirildiğinde, tüm kaynak amperleri için en düşük sertlik değerlerinin ITAB (Isı Tesiri Altındaki Bölge) bölgelerinde elde edildiği görülmüştür. Bu durum, 6000 serisi Al alaşımlarında kaynak sırasında oluşan termal çevrim nedeniyle çökelme sertleşmesi mekanizmasının bozulması ve başta Mg_2Si olmak üzere sertleştirici çökeltilerin çözünmesi ile doğrudan ilişkilidir. Ana metal bölgelerinde (A ve E) ölçülen daha yüksek sertlik değerleri ise, kaynak ısısından daha sınırlı etkilenmiş özgün mikro yapının korunmasıyla açıklanabilmektedir.

150A kaynak parametresinde düşük ısı girdisine bağlı olarak ITAB genişliği sınırlı kalmış ve sertlik düşüşü diğer amper değerlerine kıyasla daha az belirgin olmuştur. Ancak bu nispeten avantajlı sertlik profiline rağmen, optik mikroskop ve kırma testi sonuçlarında da görüldüğü üzere, düşük amperde yetersiz nüfuziyet oluşması mekanik süreklilik açısından önemli bir dezavantaj yaratmaktadır. Bu durum, sertlik değerlerinin tek başına mekanik performans belirlemede yeterli olmadığını; metalürjik süreklilik ve nüfuziyetin sağlanamadığı koşullarda sertlik avantajının mekanik bütünlüğe doğrudan yansımadığını göstermemektedir.

195A parametresinde elde edilen sertlik profili, tüm bölgeler boyunca daha dengeli bir dağılım sergilemiştir. ITAB'daki sertlik düşüşü sınırlı seviyede kalmış, kaynak metali ile ana metal arasında ani veya keskin sertlik geçişleri gözlenmemiştir. Bu sonuçlar, bu amper değerinde uygulanan ısı girdisinin çökelme sertleşmesini aşırı derecede bozmadığını ve mikro yapı sürekliliğini büyük ölçüde koruduğunu göstermektedir. Sertlik dağılımının homojenliği, bu amper değerinin mekanik performans açısından dengeli bir kaynak koşulu sunduğunu desteklemektedir.

230A akım şiddetinde gerçekleştirilen kaynaklarda, nüfuziyetin yüksek seviyelere ulaştığı, kaynak metalinin köşe bölgesini tamamen doldurduğu ve kök bölgesinde herhangi bir süreksizliğin oluşmadığı belirlenmiştir. Optik mikroskop görüntülerinde ana metal - kaynak metali geçişinin düzgün ve süreklilik arz eden bir yapı sergilediği gözlemlenmiştir. Bununla birlikte, artan ısı girdisine bağlı olarak ITAB'ın daha geniş bir bölgeye yayıldığı ve özellikle Keller dağlayıcısı ile alınan görüntülerde ITAB bölgesinde tane irileşmesinin başlangıç seviyesinde ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Sertlik ölçümleri, bu mikro yapısal gözlemlerle uyumlu olup, ITAB bölgelerinde sertlik düşüşünün önceki amper değerlerine kıyasla daha belirgin hâle geldiğini göstermiştir. Buna karşın, kaynak metalinde ölçülen sertlik değerlerinin nispeten homojen olması, bu amper değerinde kararlı bir katılaşma davranışının hâlen korunduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, 230A akım şiddetinin yüksek nüfuziyet ve kabul edilebilir mikro yapı sürekliliği sağlamasına rağmen,

ITAB kaynaklı olumsuzlukların belirginleşmeye başladığı kritik bir eşik niteliği taşıdığı söylenebilir.

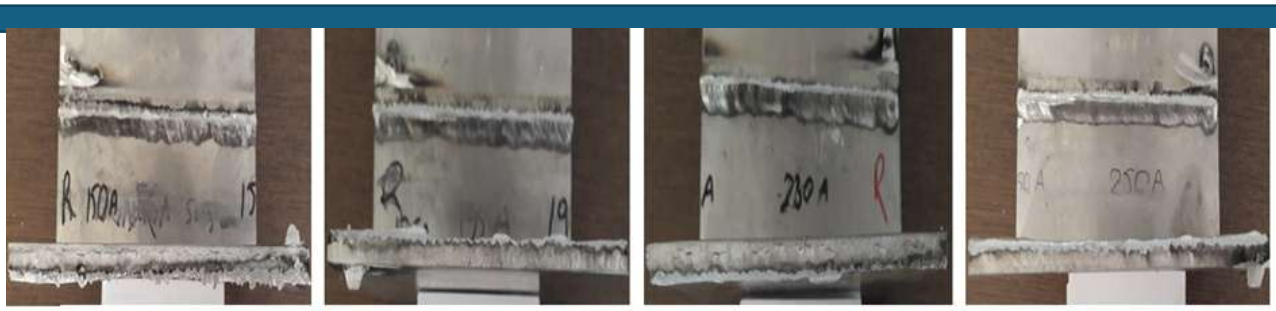
250A parametresinde ise en geniş ITAB ve en düşük ITAB sertlik değerleri elde edilmiştir. Aşırı ısı girdisi, ITAB'da belirgin yumuşama, tane irileşmesi ve mikro yapısal heterojenlik ile sonuçlanmıştır. Bu durum, optik mikroskop gözlemlerinde belirlenen geniş ITAB ve kırma testlerinde kırılmanın ITAB bölgesinden gerçekleşmesiyle de uyumludur. Her ne kadar bu amper değerinde tam nüfuziyet sağlanmış olsa da, sertlik sonuçları yüksek ısı girdisinin mekanik özellikler üzerinde olumsuz etkiler oluşturduğunu açıkça ortaya koymaktadır.

Ayrıca genel olarak görülen bir diğer davranış ise A ve B noktalarının sertlik değerlerinin D ve E noktalarından daha yüksek sertlik değerleri göstermesidir. Isı girdisinin ITAB bölgesinde artışının çökeltilerin çözünmesini arttırıcı etkisi vardır. Bu durumda da PB pozisyonunda yapılan kaynakta kaynak aşağı doğru akma yapması sebebiyle, x eksenine doğru kaynak metalinin akarak burada kısmen daha fazla birikmesi, daha fazla ısı birikmesi anlamına da geldiğinden burada sertlik değerleri A ve B noktalarından daha düşük çıkmıştır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, Vickers sertlik sonuçları mikro yapı ve kırılma testi bulgularıyla yüksek düzeyde uyum göstermektedir. Amper değerinin artmasıyla birlikte ITAB'daki yumuşama eğiliminin arttığı, çok düşük amperlerde ise sertlik avantajına rağmen nüfuziyet yetersizliği nedeniyle mekanik bütünlüğün zayıfladığı belirlenmiştir. Bu bağlamda, optimum kaynak parametresinin yalnızca maksimum sertlik veya maksimum nüfuziyet kriterine göre değil; sertlik dağılımı, ITAB genişliği, mikro yapı sürekliliği ve kırılma davranışı birlikte değerlendirilerek belirlenmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

3.3. Kırma Test Sonucu

Kırılma yüzey görüntüsü Şekil 8'de aktarılmıştır. Kırma testleri sonucunda, 150A amper değerlerinde kırılmanın kök bölgesine yakın ve eksik nufuziyetin bulunduğu alanlardan başladığı gözlemlenmiştir. 195A ve 230A değerlerinde kırılma, daha çok ana metal - ITAB sınırına kaymış olup, kaynak metalinin yük taşıma kapasitesinin arttığı belirlenmiştir. 250A numunelerinde ise tam nufuziyet sağlanmasına rağmen, geniş ITAB ve tane irileşmesine bağlı olarak kırılmanın ITAB bölgesinden gerçekleştiği tespit edilmiştir. Bu durum, yüksek nufuziyetin her zaman en iyi mekanik performansı garanti etmediğini ortaya koymaktadır.



Şekil 8. Kırılma yüzey görüntüsü

4. SONUÇLAR

195A - 230A aralığı dengeli davranış sergilemekle birlikte, 230A değeri mikro yapı açısından üst sınır niteliği taşımaktadır. Bu aralıkta, ITAB'daki yumuşama sınırlı kalmış ve kaynak metali ile ana metal arasında kararlı bir geçiş bölgesi oluşmuştur. Ancak 230A akım şiddetinde, artan ısı girdisinin etkisiyle ITAB genişliğinin belirginleşmeye başladığı ve tane irileşmesine yönelik eğilimlerin ortaya çıktığı gözlenmiş olup, bu değer mikro yapı ve mekanik özellikler açısından optimum amper değerinin üst sınırını temsil etmektedir. Optik mikroskop incelemelerinde Keller dağlayıcısının, özellikle ITAB genişliği ve tane morfolojisinin ortaya konulmasında NaOH dağlayıcısına kıyasla daha yüksek kontrast ve ayırt edicilik sunduğu belirlenmiştir. Sertlik profilleri ve kırılma testleri, mikroyapı gözlemleriyle uyumlu sonuçlar vermiştir. Elde edilen tüm bulgular birlikte değerlendirildiğinde, optimum kaynak parametresinin yalnızca maksimum nüfuziyet kriterine göre değil; mikro yapı, ITAB davranışı ve mekanik bütünlük birlikte dikkate alınarak belirlenmesi gerektiği yorumlanmıştır.

Amper artışıyla birlikte ısı girdisi ve nüfuziyetin arttığı; düşük amperde (150A) yetersiz nüfuziyet nedeniyle metalürjik sürekliliğin sağlanamadığı, yüksek amperde (250A) ise aşırı ısı girdisine bağlı olarak ITAB genişlemesi, tane irileşmesi ve sertlik düşüşlerinin belirginleştiği tespit edilmiştir.

KAYNAKÇA

Arunakumara, P.C., Sagar, H.N., Gautam, B., George, R., Rajeesh, S., (2023). A review study on fatigue behavior of aluminum 6061 T-6 and 6082 T-6 alloys welded by MIG and FS welding methods. Materials Today: Proceedings 74, 293-301. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.08.242

Raftar, H. R., Khodabakhshi, A., Havia, J., Ahola, A., Skriko, T., (2025). Experimental and numerical study of welding-induced deformation and residual stress in 6082 aluminum: Model validation and process design guidance. Materials & Design, 255, 114193. https://doi.org/10.1016/j.matdes.2025.114193

Chen, Z., Wang, Z., Wang, P., Qian, H., Liu, Y., (2025). Cyclic plasticity characterization of subzones in aluminum alloy joints. Ocean Engineering, 339, 122070. https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2025.122070

Xu, G., Liu, L., Deng, Y., Zeng, Y., Cao, J., Tang, L., Peng, X., Duan, J., Liang, M., Pan, Q., (2025). Microstructure characteristics and corrosion behavior of metal inert gas welded dissimilar joints of 6005A modified by Sc and 5083 alloys. Trans. Nonferrous Met. Soc. China, 35,60-76. https://doi.org/10.1016/S1003-6326(24)66665-3

Meng, X., Yang, S., Huang, Y., Fang, Y., Gu, J., Xiong, Q., Duan, C., (2021). Microstructure characterization and mechanism of fatigue crack propagation of 6082 aluminum alloy joints. Materials Chemistry and Physics, 257, 123734. https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2020.123734

Khodabakhshi, A., Havia, J., Afkhami, S., Ahola, A., Skriko, T., (2025). The effects of different weld zone characteristics on mechanical properties and fracture behavior of MIG welded 5754, 5083, and 6082 aluminum alloys. Welding in the World. https://doi.org/10.1007/s40194-025-02180-6

Song, G., Wang, Z., Fan, X., Liu, L., (2023). Research Progress of Aluminum AlloyWelding/Plastic Deformation Composite Forming Technology in Achieving High-Strength Joints. Materials, 16, 7672. https://doi.org/10.3390/ma16247672

Qin, Q., Zhao, H., Li, J., Zhang, Y., Zhang, B., Su, X., (2020). Microstructures and mechanical properties of TIG welded Al-Mg2Si alloy joints. Journal of Manufacturing Processes, 56, 941-949. https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2020.05.058

Ruan, Y., Qiu, X.M., Gong, W.B., Sun, D.Q., Li, Y.P., (2012). Mechanical properties and microstructures of 6082-T6 joint welded by twin wire metal inert gas arc welding with the SiO2 flux. Materials and Design, 35, 20-24. doi:10.1016/j.matdes.2011.09.002

Landek, D., Garašic, I., Skejic, D., Valcˇic, A., Cˇ udina, I., Štefok, M., (2025). Micro and Macrostructural Assessment ofWelded 6082 Aluminium Alloy T-Connections. Metals, 15, 1365. https://doi.org/10.3390/met15121365

Nurveren, K., Gündüz, B.B., (2018). 6082 Alüminyum Alaşımının MIG Kaynağı Sonrası Mikro Yapı ve Mekamik Özelliklerinin İncelenmesi. Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 7, 909- 916. doi: 10.28948/ngumuh.445370

Muangjunburee, P., Khrueaphue, T., (2022). Repair welding of 6082-T6 aluminum alloy through MIG and TIG processes. Asia-Pacific Journal of Science and Technology, 28. Issue: 02. Article ID.: APST-28-02-08.

Singh, S., Kumar, V., Kumar, S., Kumar, A., (2022). Variant of MIG welding of similar and dissimilar metals: A review. Materials Today: Proceedings, 56, 3550-3555. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.11.287

Chen, C., Sun, G., Du, W., Li, Y., Fan, C., Zhang, H., (2022). Influence of heat input on the appearance, microstructure and microhardness of pulsed gas metal arc welded Al alloy weldment. Journal of materials reserch and technology. 2022;21:120-130. https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2022.09.028

Duan, C., Yang, S., Gu, J., Xiong, Q., Wang, Y., (2018). Study on Microstructure and Fatigue Damage Mechanism of 6082 Aluminum Alloy T-Type Metal. Inert Gas (MIG)Welded Joint. Appl. Sci, 8, 1741. doi:10.3390/app8101741

Yang, J., Ji, P., Wu, L., Ding, X., Jiao, J., Cui, M., Chen, X., Zhang, J., Lian, Y., Zhang, L., Dou, S., (2025). MIG welding microstructure, residual stress and mechanical properties of powder metallurgy 7A52 aluminum alloys. Trans. Nonferrous Met. Soc. China, 35, 2500-2520. https://doi.org/10.1016/S1003-6326(25)66829-4

Koprivica, A., Bajić, D., Šibalić, N., Vukčević, M., (2020). Analysis of welding of aluminium alloy AA6082-T6 by TIG, MIG and FSW processes from technological and economic aspect. International Scientific Journal “Machines Tecnologies. Materials” Web ISSN 1314-507X; Print ISSN 1313-0226, 5, 194-198. https://www.researchgate.net/publication/344041398

Yürük, A., Kaya, Y., Kahraman N., (2021). Alüminyum Alaşımlarının MIG Kaynak Yöntemi ile Kaynak Edilebilirliğinin İncelenmesi. Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 4, 1. https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/1594388

Li, S., Liu, L., Liu, H., Yang, J., Liao, C., Wang, X., Dong, H., (2025). Effect of welding speed on the microstructure, mechanical and corrosion properties of 6061/7075 pulsed MIG welded joints. Journal of Materials Research and Technology, 38, 5909-5928. https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2025.09.015

Salvati, E., Lanzutti, A., Magnan, M., Sandnes, L., Berto, F., Grong, Q., (2022) . Microstructural observations of an AA6082-T6 Hybrid Metal Extrusion & Bonding (HYB) butt weld. Materials Today Communications, 31, 103489. https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2022.103489

Raftar, H. R., Khodabakhshi, A., Suikkari, T., Ahola, A., Skriko, T., (2025). Multi-objective optimization of welding-induced residual stress and deflection in 6082-T6 aluminum alloy using validated thermo-mechanical modeling. Journal of Advanced Joining Processes, 12, 100351. https://doi.org/10.1016/j.jajp.2025.100351

AKRAN ZORBALIĞINA MARUZ KALAN ÇOCUKLAR VE AİLE İLİŞKİLERİ ÜZERİNE BİR DERLEME

Merve BARUTCU
Miera Akademi Psikolojik Danışmanlık ve Atölye Merkezi, 55060 İlkadım, Samsun
ORCID: 0009-0003-6043-736X
Merve İBRAHİMOĞLU
Ondokuz Mayıs University Faculty of Health Sciences Department of Social Work, 55139 Atakum, Samsun
ORCID: 0000-0001-8168-9505
Ercümend ERSANLI
Ondokuz Mayıs University Faculty of Health Sciences Department of Social Work, 55139 Atakum, Samsu
ORCID: 0000-0003-4840-3629

ÖZET

Akran ilişkileri, çocukların sosyal gelişim sürecinde temel bir yer tutar. Bu ilişkiler aracılığıyla çocuklar, iş birliği yapmayı, çatışma çözmeyi, empati kurmayı ve benlik algılarını şekillendirmeyi öğrenirler. Ancak her akran etkileşimi olumlu değildir; bazı çocuklar bu ilişkilerde dışlanma, küçük düşürülme, fiziksel ya da psikolojik şiddet gibi olumsuz deneyimlere maruz kalabilmektedir. Bu tür kasıtlı olumsuz davranışlar "akran zorbalığı" olarak tanımlanmaktadır.

Zorbalık deneyimi yaşayan çocukların psikolojik iyi oluşları zarar görmekte; bu çocuklarda sıklıkla düşük benlik saygısı, depresyon, kaygı, akademik başarıda düşüş ve sosyal geri çekilme gibi belirtiler görülmektedir. Ancak bu belirtiler sadece bireysel düzeyle sınırlı kalmaz. Çocuğun yaşadığı zorbalık deneyimi, aile içi ilişkilerde güven ve iletişim kalitesi gibi temel unsurları da etkileyebilir. Zorbalık mağduru olan çocukların aileyle olan ilişkileri bozulabilir, ebeveynlerin çocuklarına yönelik tutumları değişebilir veya aile içinde suçluluk, öfke, çaresizlik gibi duygular tetiklenebilir. Zorbalığa maruz kalan çocukların aile ile kurdukları ilişkiler, sadece duygusal açıdan değil; aynı zamanda ebeveynlerin bu duruma verdikleri tepki, sorunu algılama biçimleri ve müdahale etme becerileri açısından da önemlidir. Demokratik ve destekleyici ebeveyn tutumları, çocukların zorbalığa karşı daha dirençli olmalarını sağlarken; otoriter ya da ilgisiz ebeveynlik stilleri çocuklarda daha fazla travmatik etki oluşturmaktadır. Akran zorbalığı, çocukların hem bireysel gelişimlerini hem de içinde bulundukları sosyal çevreyle olan ilişkilerini etkileyen çok boyutlu bir sorundur. Zorbalık yalnızca bireyin yaşadığı psikolojik bir travma olmanın ötesinde; aile sistemi, okul iklimi ve sosyal destek ağları gibi çevresel faktörlerle etkileşim hâlinde olan bir süreçtir. Bu bağlamda, çocuğun zorbalıkla başa çıkma süreci büyük ölçüde ailesiyle olan ilişkileri ve ebeveynlerinden aldığı destek düzeyiyle doğrudan bağlantılıdır.

Dolayısıyla, zorbalık mağduru bir çocuğun yaşadığı bu deneyimin aile ilişkilerine nasıl yansıdığı, bu ilişkinin niteliğiyle doğrudan ilişkilidir.

Bu çalışmanın temel amacı, akran zorbalığına maruz kalan çocukların aile içi ilişkilerini ortaya koyan araştırmaları inceleyerek literatüre sistematik bir bakış sağlamaktır.

Anahtar Kelimeler: Akran zorbalığı, aile ilişkileri, ebeveyn tutumları

A REVIEW OF CHILDREN EXPOSED TO PEER BULLYING AND FAMILY RELATIONSHIPS

ABSTRACT

Peer relationships play a fundamental role in children's social development. Through these relationships, children learn to cooperate, resolve conflicts, empathize, and shape their self-image. However, not all peer interactions are positive; some children may experience negative experiences in these relationships, such as exclusion, humiliation, or physical or psychological violence. Such intentional negative behaviors are defined as "peer bullying."

Children who experience bullying suffer psychological damage; these children often exhibit symptoms such as low self-esteem, depression, anxiety, decreased academic performance, and social withdrawal. However, these symptoms are not limited to the individual level. The bullying experience can also affect fundamental elements in family relationships, such as trust and the quality of communication. Relationships between bullied children and their families may deteriorate, parental attitudes towards their children may change, or feelings of guilt, anger, and helplessness may be triggered within the family. The relationships that bullied children establish with their families are important not only emotionally but also in terms of how parents react to the situation, how they perceive the problem, and their intervention skills. Democratic and supportive parenting styles make children more resilient to bullying, while authoritarian or indifferent parenting styles have a more traumatic impact on children. Peer bullying is a multifaceted problem affecting both children's individual development and their relationships with their social environment. Bullying is more than just a psychological trauma experienced by the individual; it is a process that interacts with environmental factors such as the family system, school climate, and social support networks. In this context, a child's coping process with bullying is largely directly linked to their relationships with their family and the level of support they receive from their parents. Therefore, how this experience of a child who is a victim of bullying is reflected in their family relationships is directly related to the quality of these relationships.

The main objective of this study is to provide a systematic overview of the literature by examining research that reveals the family relationships of children who are victims of peer bullying.

Keywords: Peer bullying, family relationships, parental attitudes

1. GİRİŞ

Çocukların gelişim süreçlerini etkileyen birbirinden farklı birçok davranış, beceri, tutum ve ilişki türü bulunmaktadır. Gelişim süreçlerini etkileyen en temel faktörlerden biri de akran ilişkileridir. Çocuklar akranlarıyla kurdukları ilişkiler aracılığıyla; çatışma çözmeyi, empatik tutum geliştirmeyi, benlik algılarını şekillendirmeyi, iş birliği yapmayı ve birçok farklı beceriyi öğrenirler (Rubin vd., 2008). Akran ilişkilerinin çocukların gelişiminde birçok olumlu etkisi olmakla birlikte her akran etkileşimi olumlu bir etkiye sahip değildir. Bazı çocuklar akranlarıyla kurdukları ilişkilerde fiziksel ya da psikolojik şiddet, dışlanma, küçük düşürülme vb. olumsuz deneyimlere maruz kalırlar. Bu tür olumsuz davranışların geneline akran zorbalığı denilmektedir. Bir davranışın zorbalık olarak adlandırılması noktasında; kasıtlı zarar vermeyi içeren saldırgan bir davranışın gerçekleşmesi, eylemin tekrarlıyor olması, güç dengesizliğini barındırıyor olması gerekmektedir. Çocukların akranları tarafından bu özellikleri barındıran davranışlara maruz kalıyor olması akran zorbalığı olarak tanımlanmaktadır (Pişkin, 2010).

Gerçekleştirilen eylemin şekline göre akran zorbalığı farklı türlere ayrılmaktadır. Birbirine vurma, itme vb. davranışlar bağlamında gerçekleşen zorbalığa fiziksel zorbalık; alay etme, lakap takma vb. davranışlar bağlamında gerçekleşen zorbalık sözel zorbalık; dışlama, dedikodusunu yapma şeklinde gerçekleşen zorbalığa sosyal zorbalık denmektedir. Zaman içinde değişen ve gelişen kaynaklar iyi sonuçların yanı sıra bazı olumsuzların oluşmasına da neden olmaktadır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte internetin hayatın her alanında kullanılıyor olması iyi bir gelişme olmakla birlikte internet ortamında e-posta, çevrim içi sosyal ağlar, kötü amaçlarla oluşturulan web siteleri aracılığıyla birbirini rahatsız etme, şeklinde bir zorbalık olan siber zorbalığı da meydana getirmiştir (Rezapour vd., 2019).

Akran zorbalığının tanımı, türü veya ne şekilde gerçekleştiğinden bağımsız olarak akran zorbalığına maruz kalan çocuklarda fiziksel, psikolojik, sosyal ve akademik olarak birçok sorun oluşabilmektedir. Okul ortamında akranları tarafından zorbalığa uğrayan çocuklarda; korku ve kaygı, okuldan soğuma, devamsızlık, akademik başarıda düşme vb. sorunlar yaşanabilmektedir (Gökler, 2009). Akran zorbalığının düşük özsaygı ve depresyon gibi olumsuz etkileri de olabilmektedir (Tritt ve Duncan, 1997). Akran zorbalığının çocukları olumsuz etkilediği diğer bir konu ise öznel iyi oluştur (Kılınç ve Uzun, 2020). Zorbalığın tüm bu olumsuz etkilerin

sadece okul yıllarında görülmeyip, gelişimin ilerleyen dönemlerinde de devam edebilmektedir (Gökler, 2009).

Akran zorbalığı tüm çocukların maruz kalabileceği bir durum olmakla birlikte farklı hassasiyetleri olan çocuklar için daha büyük bir risk faktörüdür. Örneğin obeziteli çocuk ve ergenlerin obezite olmaları ve ruh sağlığı sorunları arasında anlamlı ilişkiler olduğu bilinmekte ve akran zorbalığının bu ilişkide aracı bir rol izlediği görülmektedir. Obez çocukların maruz kaldığı zorbalığın obez olmayanlara oranla daha yüksek olduğu bilinmektedir (Şahin ve Kırlı, 2021). Yapılan diğer bir araştırmada kaynaştırma sınıflarında akran zorbalığına yönelik elde edilen öğretmen görüşlerinde, zorba davranışların beraberinde duygusal zorbalığın da geldiği ve dışlanmaların yaşandığı sonucu elde edilmiştir (Sarı ve Pürsün, 2019). Yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar bağlamında çocukların sahip olduğu hassasiyetlerin akran zorbalığına maruz kalma konusunda bir risk faktörü oluşturduğu görülmektedir.

Akran zorbalığının önlenmesinde mikro ve makro boyutlarda birçok müdahale gerçekleştirilebilir. Öğrenciler, öğretmenler, idareciler ve aileler olmak üzere tüm bu sistemler akran zorbalığının önlenmesinde bir araç olabilir (Akpınar ve Akpınar, 2022). Özellikle hem okul sisteminde hem de okul dışında öğrenci ile en çok etkileşime sahip sistemlerden biri olan aile, bu noktada önemli bir kilit rol oynamaktadır. Ergenlerde zorbalığın anne-baba-akran ilişkileri açısından incelendiği bir çalışmada anne ve babasıyla ilişkisi fazla olan öğrencilerin kurban statüsünde zorbalık davranışında yer alma oranının azaldığı sonucu elde edilmiştir (Totan ve Yöndem, 2007). Perren ve Hornung (2005) ise yaptıkları araştırmada zorbalık kurbanı ergenlerin daha düşük aile desteğine sahip olduğu sonucunu elde etmişlerdir. Akran zorbalığının ebeveynlik çeşitleri ile ilişkilendirildiği bir çalışmada ihmalkâr ve otoriter aile tutumlarının akran zorbalığı ile ilişkili olabileceği sonucu elde edilmiştir (Yılmaz ve Çağlayan, 2018). Yapılan bir araştırmada ise öğretmenler zorbalığa maruz kalan öğrencilerin maruz kaldıkları zorbalıkla baş edebilmesi için velinin bilgilendirilmesi ve okul-aile iş birliği yardımının gerektiğini ifade etmişlerdir (Akpınar ve Akpınar, 2022). Bu bağlamda akran zorbalığına maruz kalan çocuklarda aile ilişkisinin bu zorbalığı önleme veya sonrasında mevcut durumun iyileşmesinde önemli bir araç olduğu görülmektedir.

2. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada yapılan kapsamlı literatür taraması sonucunda, akran zorbalığına maruz kalan çocuklar ve aile ilişkileri ile ilgili süreçler ele alınmıştır. Çocukların aileleri ile olan ilişkilerinin akran zorbalığı deneyimlerini anlamada kilit rol oynadığı görülmektedir.

Ailelerin ebeveynlik stillerinin çocukların zorbalıkla başa çıkmaları noktasında önemli bir

unsur olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda, ailelerin doğru ebeveynlik tutumlarını öğrenmeleri ve geliştirmeleri için psiko-eğitim programlarının yaygınlaştırılması ve okul-aile iş birliğini güçlendiren önleyici müdahalelerin planlanması önerilmektedir.

Akran zorbalığına maruz kalmaları nedeniyle yaşadıkları olumsuzlukların giderilmesi noktasında çocukların öznel iyi oluşlarını artırmak ve düşük özsaygılarını yükseltmek amacıyla aile içi duygusal desteği güçlendirmeye yönelik ebeveyn eğitim programlarının geliştirilmesi, ailelerin çocukların bu duygusal ihtiyaçlarını fark etmelerini sağlayacak ve etkili baş etme becerilerini geliştirmeleri noktasında destekleyecek şekilde bilinçlendirilmeleri destekleme önerilmektedir.

Çocukların ve ailelerin sosyodemografik özellikleri akran zorbalığına maruz kalma, akran zorbalığını önleme ve mücadele etme noktasında etkilidir. Bu doğrultuda, zorbalıkla baş etme noktasında tüm bu sosyodemografik özelliklerin göz önünde bulundurulduğu, mevcut hassasiyet ve özel gereksinimlere göre bireyselleştirilmiş plan ve müdahalelerin yapılması önerilmektedir.

Zaman içerisinde meydana gelen değişimler akran zorbalığının da farklı biçimler kazanmasına neden olmuştur. Geleneksel fiziksel ve sözel zorbalık türlerine ek olarak siber zorbalık günümüzde önemli bir sorun alanı haline gelmiştir. Bu bağlamda, değişen akran zorbalığı türlerine yönelik olarak yalnızca okul temelli değil, aynı zamanda aileyi de merkeze alan güncel ve bütüncül önleme stratejilerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Ailelerin yeni gelişen bu akran zorbalığı türlerine karşı bilinçlendirilmesini ve çocukların dijital ortamlardaki deneyimlerini izleyebilen, destekleyici ve rehberlik edici bir ebeveynlik tutumu benimsemelerini sağlayacak çalışmaların yapılması önerilmektedir.

Yapılan literatür taraması sonucunda akran zorbalığı konusunda birçok farklı değişkenin ele alındığı çalışma olmakla birlikte kültürel bağlamın ele alındığı çalışma sayısının yeterli olmadığı görülmüştür. Bu bağlamda, akran zorbalığını daha bütüncül biçimde anlayabilmek amacıyla kültürel bağlamı ele alan ve değerlendiren nitel ve karma yöntemli çalışmaların yapılması önerilmektedir.

Akran zorbalığı konusunda yapılan araştırmaların çoğunlukla çocukların zorbalık deneyimlerine odaklandığı görülmektedir. Ebeveynlerin bu süreçteki deneyimlerinin ele alındığı çalışmaların yeterli olmadığı görülmüştür. Akran zorbalığının önlenmesinde ailenin kritik rolü göz önünde bulundurulduğunda; akran zorbalığına ilişkin araştırmaların kapsamının aile ve ebeveynler odaklı genişletilerek ebeveynlerin yaşadığı duygusal yük, başa çıkma stratejileri ve okul ile kurdukları iletişim süreçlerini odağına alan nitel ve karma yöntemli

çalışmaların yapılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Akpınar, A., Akpınar, A. (2022). İlköğretim okullarında akran zorbalığına dair öğretmen görüşleri. Mustafa Kemal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 6(9), 215-231.
Genç G. Genel Liselerde Akran Zorbalığı ve Yönetimi. Doktora Tezi, Malatya, İnönü Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, 2007.
Gökler, R. (2009). Okullarda akran zorbalığı. Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi 6(2), 511-537.
Kılınç, M., & Uzun, K. (2020). Ergenlerin Öznel İyi Oluşlarının Yordayıcıları Olarak Akran Zorbalığı ve Akran Mağduriyeti. Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi, 21(3), 1400-1439.
Perren, S. ve Hornung, R. (2005). Bullying and delinquency in adolescence: Victims' and perpetrators' family and peer relations. Swiss Journal of Psychology. 64(1), 51–64.
Polat F, Sohbet R. (2020). Ortaöğretim Öğrencilerinde Akran Zorbalığı. KSÜ Tıp Fak Der. 15(2):41-51.
Pişkin, M. (2010). Examination of Peer Bullying Among Primary and Middle School Children in Ankara. Education and Science 35(156), 175-189.
Rezapour, M., Khanjan, N., Soori, H. (2019). The Types of Bullying Behaviors and Its Association with General Life Satisfaction and Self-Rated Health among Iranian Pupils. Journal of Research in Health Sciences 19(1), e00436.
Rubin, K.H., Bukowski, W., Parker, J., & Bowker, J.C. (2008). Peer interactions, relationships, and groups. In Damon, W. & Lerner, R. (Eds), *Developmental Psychology: An Advanced Course*. New York: Wiley.
Sarı, H., & Pürsün, T. (2019). Kaynaştırma sınıflarında akran zorbalığının öğretmen ve öğrenci görüşleri açısından incelenmesi. Sosyal Politika Çalışmaları Dergisi, 19(44), 731-768.
Şahin, N. Ve Kırlı, U. (2021). The Relationship Between Peer Bullying and Anxiety-Depression Levels in Children With Obesity. Alpha Psychiatry 22(2), 94-99.
Toran, T. Yöndem, Z. D. (2007). Ergenlerde Zorbalığın Anne, Baba ve Akran İlişkileri Açısından İncelenmesi. Ege Eğitim Dergisi (8) 2: 53–68.
Tritt, C. ve Duncan, R. (1997). The relationship between childhood bullying and young adult self-esteem and loneliness. Journal of Humanistic Education & Development 36,1.
Yılmaz, T. ve Çağlayan, İ. D. (2018). Ergenlerde Akran Zorbalığının Ebeveynlik Çeşitleri ve Yaşanılan Yer Açısından Karşılaştırılması. Nesne Psikoloji Dergisi (NPD) 6(12), 82-102.

ALGILANAN EŞ DESTEĞİNİN DEPRESYON, ANKSİYETE VE STRESLE İLİŞKİSİ

Beyzanur YILMAZ ÖZTÜRK
Ondokuz Mayıs University, 55139 Atakum, Samsun
ORCID: 0009-0000-0819-9622
Merve İBRAHİMOĞLU
Ondokuz Mayıs University Faculty of Health Sciences Department of Social Work, 55139 Atakum, Samsun
ORCID: 0000-0001-8168-9505
Ercümend ERSANLI
Ondokuz Mayıs University Faculty of Health Sciences Department of Social Work, 55139 Atakum, Samsu
ORCID: 0000-0003-4840-3629

ÖZET

Eşlerin her zaman ve her koşulda, duygusal, maddi, sosyal vb. boyutlarda birbirine destek olması eş desteği olarak ifade edilmektedir. Eş desteği bireylerin psikolojik ve fizyolojik olarak iyi olmaları ve evliliklerinin sağlıklı bir şekilde sürdürülmesi açısından önemli bir işleve sahiptir. Eş desteğinin evli bireylerin farklı süreçlerinde etkisi olmakla birlikte bu çalışmada, evli bireylerin algıladıkları eş desteğinin depresyon, anksiyete ve stres ile ilişkisini ortaya koymak amaçlanmaktadır. Bu amaçla çalışmada veri toplama aracı olarak 'Eş Destek Ölçeği', 'Depresyon Anksiyete Stres Ölçeği' ve katılımcıların sosyo-demografik özelliklerini belirlemek için araştırmacı tarafından hazırlanan 'Kişisel Bilgi Formu' kullanılmıştır. Araştırmanın örneklemini tesadüfi örneklem yöntemi ile seçilmiş 302 evli birey oluşturmaktadır. Verilerin değerlendirilmesinde; bağımsız iki grup karşılaştırmasında t-testi (Independentsample t-testi), ikiden fazla grup karşılaştırmasında tek yönlü varyans analizi kullanılmış, çoklu karşılaştırma testi olarak Bonferroni testleri kullanılmıştır. Sayısal değişkenler arası ilişkiye Pearson korelasyon katsayısı ile bakılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre; bireylerin eşlerinden gördüğü destek arttıkça depresyon, anksiyete ve stres seviyeleri azalmaktadır. Elde edilen bulgular bağlamında eş desteği üzerinde etkili parametreler ve eş desteğinin önemi ortaya koyulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Evlilik, eş desteği, depresyon, anksiyete, stres

THE RELATIONSHIP BETWEEN PERCEIVED SPOUSE SUPPORT AND DEPRESSION, ANXIETY, AND STRESS

ABSTRACT

Spousal support is defined as spouses always supporting each other in all circumstances, emotionally, financially, socially, and in other ways. Spousal support plays a significant role in the psychological and physiological well-being of individuals and in maintaining a healthy

marriage. While spousal support has an impact on different processes in married individuals, this study aims to reveal the relationship between perceived spousal support and depression, anxiety, and stress among married individuals. For this purpose, the 'Spousal Support Scale', the 'Depression Anxiety Stress Scale', and a 'Personal Information Form' prepared by the researcher to determine the socio-demographic characteristics of the participants were used as data collection tools. The sample of the study consists of 302 married individuals selected using the random sampling method. In the evaluation of the data; the independent sample t-test was used for comparisons of two groups, one-way analysis of variance was used for comparisons of more than two groups, and Bonferroni tests were used as multiple comparison tests. The relationship between numerical variables was examined using the Pearson correlation coefficient. According to the research results, as the support individuals receive from their spouses increases, their levels of depression, anxiety, and stress decrease. In light of these findings, the parameters influencing spousal support and the importance of spousal support have been revealed.

Keywords: Marriage, spousal support, depression, anxiety, stress

1. GİRİŞ

İnsan; doğumdan ölüme kadar uzanan, belirli sürelerden ve görevlerden oluşan, ergenlik, üreme, menopoz gibi biyolojik ve öğrencilik, evlilik, ebeveynlik, emeklilik gibi sosyal olayları barındıran bir yaşam döngüsü içindedir (Menezes vd., 2023). Evlilik bireylerin hayatındaki kritik kararlardan biri ve yaşam döngüsünün önemli aşamalardan birisidir (Kublay ve Oktan, 2015).

Evlilik bireylerin iyi oluş hallerini etkileyen, huzurlu bir yaşamın temelini oluşturan, belirli rol ve sorumluluklar içeren, yaşam doyumu üzerinde etkili olan; toplumsal ve hukuki kurallar çerçevesinde gelişen bir kurum olarak tanımlanmaktadır (Çelik ve Tümkaya, 2012; Hayward ve Zhang, 2006; Özer ve Cihan Güngör, 2012).

Evlilik kurumunun devamı ve sağlıklı işleyişinde etkili olan birçok faktör vardır. Bireylerin sosyodemografik özellikleri, çiftlerin birbirleriyle uyumu, evlilik kalitesi, evlilik doyumu, gelir durumu, sahip olunan kültürel değerler ve farklılıklar, eğitim düzeyleri, cinsel doyum ve biyopsikososyal iyi oluş bu faktörler arasında yer almaktadır (Çelik ve Tümkaya, 2012; Miller vd., 2013; Tekin Çatal ve Kalkan, 2019; Terzi İlhan ve Işık, 2019; Yalçın, 2014). Evlilikte önemli olan bir diğer faktör ise eşlerin yalnız olmadıklarını hissetmelerini ve zorluklarla birlikte mücadele etmelerini sağlayan eş desteğidir (Çağ ve Yıldırım, 2013). Destek; duygusal destek, maddi ve bilgi desteği, takdir desteği ve sosyal ilgi desteği olmak üzere dört boyuttan

oluşmaktadır (Yıldırım, 2004). Bireylerin sevme-sevilme, kendini anlaşılmış hissetme vb. bağlamında ihtiyaç duyduğu destek duygusal destek (Cohen ve Wills, 1985); bireylerin kabul edilme ve değerli hissetme bağlamında ihtiyaç duyduğu destek takdir desteği (Yıldırım, 2004); maddi destek ve bilgi paylaşımı bağlamında ihtiyaç duyulan destek maddi ve bilgi desteği; karşılıklı yardım, sevgi ve değer görme bağlamında ihtiyaç duyulan destek sosyal ilgi desteği olarak tanımlanmaktadır (Acoba, 2024). Bireylerarası desteğin birçok olumlu etkisi bulunmaktadır. Bunlardan biri de psikolojik uyum ve zihinsel sağlık üzerindeki koruyucu etkileridir. Desteğin bireylerin stresle başa çıkmasında, anksiyete ve depresyon gibi olumsuz duygusal tepkileri azaltan önemli bir rolü bulunmaktadır (Acoba, 2024; Guo vd., 2025; Wang vd., 2024). Bu bağlamda algılanan eş desteğinin depresyon, anksiyete ve stres üzerindeki etkisini evlilik ilişkisinin sağlıklı ilerlemesi bağlamında önemli bir rolü olacağı düşünülmektedir. Ancak anksiyete, depresyon ve stres üzerinde eş desteğinin ne şekilde etki ettiğine dair literatürde yeterli araştırma bulunmamaktadır. Bu bağlamda bu araştırmanın amacı eş desteğinin depresyon, anksiyete ve stresle olan ilişkisini ortaya koymaktır.

2.YÖNTEM

2.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırma nicel araştırma desenlerinden ilişkisel tarama modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

2.2. Araştırmanın Örneklemi

Araştırmanın örneklemini 245'i kadın, 57'si erkek olmak üzere toplam 302 evli birey oluşturmaktadır.

2.3. Verilerin Toplanması

Araştırmanın verileri; araştırmacı tarafından Google Form aracılığıyla evli yetişkin bireylere ulaştırılarak toplanmıştır.

2.4. Veri Toplama Araçları

Çalışmada, katılımcılara ait kişisel bilgileri toplamak amacıyla, araştırmacı tarafından düzenlenmiş olan 'Kişisel Bilgi Formu'; bireylerin algıladıkları eş desteğini ölçmek amacıyla 'Eş Destek Ölçeği' (Yıldırım, 2004); depresyon, anksiyete ve stres düzeylerini ölçmek amacıyla 'Depresyon Anksiyete Stres Ölçeği' (Akın ve Çetin, 2007) uygulanmıştır.

2.5. Verilerin Analizi

Tüm veriler bilgisayarda SPSS (statisticalpackageforsocialsciences) for Windows 22 programına kaydedilerek analiz edilmiştir. Verilerin analizinde ilk olarak hangi testlerin (parametrik/nonparametrik testler) uygulanacağına karar vermek için karşılanması gereken

varsayımlar test edilmiştir. Dağılımın normalliğine karar vermek için Kolmogorov-Smirnov, normal dağılımın diğer varsayımları olan basıklık ve çarpıklık değerlerinden yararlanılmıştır. Bağımsız iki grup karşılaştırmasında t-testi (Independentsample t-testi), İkiden fazla grup karşılaştırmasında tek yönlü varyans analizi kullanılmış, çoklu karşılaştırma testi olarak Bonferroni testleri kullanılmıştır. Sayısal değişkenler arası ilişkiye Pearson korelasyon katsayısı ile bakılmıştır. Elde edilen değerlerin anlamlı olup olmadığının yorumlanmasında 0.05 anlamlılık düzeyi ölçüt olarak kullanılmıştır.

3. BULGULAR

3.1. Ölçeklerin Güvenilirliğine İlişkin Bulgular

Tablo 1. Ölçek Puanlarına İlişkin Güvenirlik Analizi

	Cronbach's Alpha
Eş destek ölçeği	0,97
Depresyon	0,95
Anksiyete	0,91
Stres	0,93

Çalışmada kullanılan ölçek puanlarının güvenilirliklerini test etmek için Cronbach Alfa içsel tutarlılık testine tabi tutulmuştur. Tablo.1 incelendiğinde ölçek puanlarının yüksek güvenirlik düzeyinde olduğu tespit edilmiştir.

3.2. Demografik Özelliklere Yönelik Bulgular

Tablo 2. Demografik Özelliklere İlişkin Dağılımlar

Değişken	**Grup**	**n**	**%**
Cinsiyet	Erkek	57	18,87
	Kadın	245	81,13
Yaşanılan ev	Kendisine ait	182	60,26
	Kira	120	39,74
Çalışma durumu	Çalışmıyor	102	33,77
	Kamu	85	28,15
	Kendi işi	42	13,91
	Özel sektör	73	24,17
Gelir durumu	Düşük	27	8,94
	Orta	158	52,32
	İyi	106	35,10
	Çok iyi	11	3,64
Evlilik süresi	1-5 yıl arası	124	41,06
	6-10 yıl arası	60	19,87
	11-15 yıl arası	51	16,89
	16-20 yıl arası	22	7,28

	21-25 yıl arası	15	4,97
	26 yıl ve üstü	30	9,93
Eğitim durumu	İlkokul	22	7,28
	Ortaokul	26	8,61
	Lise	54	17,88
	Ön lisans	50	16,56
	Lisans	124	41,06
	Lisansüstü	26	8,61
Yaşanılan yer	Köy	147	46,82
	İlçe	145	46,18
	İl	22	7,01
Çocuk sayısı	Yok	90	29,80
	Bir	83	27,48
	İki	89	29,47
	Üç ve daha fazla	40	13,25

3.3. Demografik Değişkenlere Yönelik Bulgular

Tablo 3. Ölçek Puanlarının Cinsiyete Göre Karşılaştırılmasına Yönelik Bulgular

	Grup	**n**	$\bar{X}$	**Ss**	**t**	**sd**	**p**
Eş destek ölçeği	Erkek	57	70,23	11,57	0,18	300	0,85
	Kadın	245	69,89	12,47			
Depresyon	Erkek	57	8,65	8,47	-0,72	300	0,47
	Kadın	245	9,64	9,52			
Anksiyete	Erkek	57	9,75	7,24	-1,37	300	0,17
	Kadın	245	11,53	9,15			
Stres	Erkek	57	12,25	7,38	-0,89	300	0,37
	Kadın	245	13,40	9,05			

Eş destek ölçeği, Depresyon, Anksiyete ve Stres puanları kişilerin cinsiyetine göre istatistiksel olarak anlamlı fark göstermemektedir ($p>0,05$).

Tablo 4. Ölçek Puanlarının Yaşanılan Evin Kime Ait Olma Durumuna Göre Karşılaştırılmasına Yönelik Bulgular

	Grup	**n**	$\bar{X}$	**Ss**	**t**	**sd**	**P**
Eş destek ölçeği	Kendisine ait	182	68,56	12,81	-2,45	300	0,01
	Kira	120	72,08	11,17			
Depresyon	Kendisine ait	182	9,66	9,46	0,49	300	0,62
	Kira	120	9,13	9,16			
Anksiyete	Kendisine ait	182	11,18	8,92	-0,06	300	0,96
	Kira	120	11,23	8,74			
Stres	Kendisine ait	182	13,05	8,98	-0,30	300	0,76
	Kira	120	13,37	8,46			

Eş destek ölçeği puanları kişilerin yaşadıkları evin kira olup olmama durumuna göre istatistiksel olarak anlamlı fark göstermektedir ($p<0,05$). Ortalama değerlere bakıldığında kendisine ait evi

olan kişilerin eş destek ölçeği puanları (ort:68,56;Ss:12,81) kirada oturan kişilere göre (Ort:72,08;Ss:11,17) daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Depresyon, Anksiyete ve Stres puanları kişilerin yaşadıkları evin kira olup olmama Durumuna göre istatistiksel olarak anlamlı fark göstermemektedir (p>0,05).

Tablo 5. Ölçek Puanlarının Çalışma Durumuna Göre Karşılaştırılmasına Yönelik Bulgular

Ölçekler	Grup	n	$\bar{X}$	Ss	F	P	Fark
Eş destek ölçeği	Çalışmıyor[1]	27	61,85	15,39	4,75	0,01	1<2,3
	Kamu[2]	158	70,22	12,12			
	Kendi işi[3]	106	71,33	11,11			
	Özel sektör[4]	11	72,82	11,01			
Depresyon	Çalışmıyor[1]	27	14,41	11,30	3,67	0,01	3<1
	Kamu[2]	158	9,70	9,44			
	Kendi işi[3]	106	7,92	8,31			
	Özel sektör[4]	11	8,45	8,30			
Anksiyete	Çalışmıyor[1]	27	15,56	8,56	2,98	0,03	3<1
	Kamu[2]	158	11,34	9,10			
	Kendi işi[3]	106	9,97	8,39			
	Özel sektör[4]	11	10,27	7,23			
Stres	Çalışmıyor[1]	27	17,93	9,02	3,58	0,01	2,3,4<1
	Kamu[2]	158	13,10	8,97			
	Kendi işi[3]	106	12,45	8,32			
	Özel sektör[4]	11	9,64	5,41			

Eş destek ölçeği puanları kişilerin çalışma durumuna göre istatistiksel olarak anlamlı fark göstermektedir (p<0,05). Farkın hangi gruplar arsında olduğuna Bonferroni çoklu karşılaştırma testi ile bakıldığında çalışmayan kişilerde eş destek ölçeği puanlarının özel sektörde çalışan kişilere göre anlamlı biçimde daha düşük olduğu saptanmıştır.

Depresyon, Anksiyete ve Stres puanları kişilerin çalışma durumuna göre istatistiksel olarak anlamlı fark göstermemektedir (p>0,05).

Tablo 6. Ölçek Puanlarının Gelir Düzeyine Göre Karşılaştırılmasına Yönelik Bulgular

Ölçekler	Grup	n	$\bar{X}$	Ss	F	P	Fark
Eş destek ölçeği	Düşük[1]	102	67,82	13,56	2,99	0,03	1<4
	Orta[2]	85	69,95	12,13			
	İy[i3]	42	69,24	11,93			
	Çok iyi[4]	73	73,36	10,09			
Depresyon	Düşük[1]	102	10,60	10,05	3,31	0,06	
	Orta[2]	85	7,38	6,51			
	İy[i3]	42	7,79	9,05			
	Çok iyi[4]	73	11,22	10,68			
Anksiyete	Düşük[1]	102	12,25	9,83	2,95	0,06	
	Orta[2]	85	9,25	6,13			
	İy[i3]	42	9,93	8,70			
	Çok iyi[4]	73	12,74	9,71			
Stres	Düşük[1]	102	14,49	9,44	3,49	0,02	2<1
	Orta[2]	85	10,99	6,37			
	İy[i3]	42	12,00	8,73			
	Çok iyi[4]	73	14,58	9,72			

Eş destek ölçeği puanları kişilerin gelir düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlı fark göstermektedir ($p<0,05$). Farkın hangi gruplar arsında olduğuna Bonferroni çoklu karşılaştırma testi ile bakıldığında gelir düzeyi düşük olan kişilerde eş destek ölçeği puanlarının gelir düzeyi çok iyi olan kişilere göre anlamlı biçimde daha düşük olduğu saptanmıştır.

Stres puanları kişilerin gelir düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlı fark göstermektedir ($p<0,05$). Farkın hangi gruplar arsında olduğuna Bonferroni çoklu karşılaştırma testi ile bakıldığında gelir düzeyi orta olan kişilerde stres puanlarının gelir düzeyi düşük olan kişilere göre anlamlı biçimde daha düşük olduğu saptanmıştır.

Depresyon, Anksiyete puanları kişilerin gelir düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlı fark göstermemektedir ($p>0,05$).

Tablo 7. Ölçek Puanlarının Evlilik Süresine Göre Karşılaştırılmasına Yönelik Bulgular

Ölçekler	Grup	n	$\bar{X}$	Ss	F	P	Fark
Eş destek ölçeği	1-5 yıl arası[1]	124	74,14	9,14	6,06	0,00	2,3,6<1
	6-10 yıl arası[2]	60	68,28	14,17			
	11-15 yıl arası[3]	51	68,12	13,13			
	16-20 yıl arası[4]	22	66,86	14,96			
	21-25 yıl arası[5]	15	65,67	10,77			
	26 yıl ve üstü[6]	30	63,57	11,98			
Depresyon	1-5 yıl arası[1]	124	9,65	9,18	0,10	0,99	
	6-10 yıl arası[2]	60	9,60	9,43			
	11-15 yıl arası[3]	51	9,29	8,87			
	16-20 yıl arası[4]	22	9,91	11,48			
	21-25 yıl arası[5]	15	8,20	9,17			
	26 yıl ve üstü[6]	30	8,90	9,56			
Anksiyete	1-5 yıl arası[1]	124	11,70	8,96	0,30	0,91	
	6-10 yıl arası[2]	60	11,07	9,44			
	11-15 yıl arası[3]	51	10,75	7,97			
	16-20 yıl arası[4]	22	9,45	8,93			
	21-25 yıl arası[5]	15	11,93	9,11			
	26 yıl ve üstü[6]	30	11,07	8,77			
Stres	1-5 yıl arası[1]	124	13,85	8,49	0,58	0,72	
	6-10 yıl arası[2]	60	13,27	8,96			
	11-15 yıl arası[3]	51	12,10	7,67			
	16-20 yıl arası[4]	22	11,09	9,88			
	21-25 yıl arası[5]	15	14,00	11,27			
	26 yıl ve üstü[6]	30	13,17	9,30			

Eş destek ölçeği puanları kişilerin evlilik süresine göre istatistiksel olarak anlamlı fark göstermektedir ($p<0,05$). Farkın hangi gruplar arsında olduğuna Bonferroni çoklu karşılaştırma testi ile bakıldığında evlilik süresi 6-10, 11-15 ve 26 yıl üzeri olan kişilerde eş destek ölçeği puanlarının evlilik süresi 1-5 yıl olan kişilere göre anlamlı biçimde daha düşük olduğu saptanmıştır.

Depresyon, Stres, Anksiyete puanları kişilerin evlilik süresine istatistiksel olarak anlamlı fark göstermemektedir ($p>0,05$).

Tablo 8. Ölçek Puanlarının Eğitim Düzeyine Göre Karşılaştırılmasına Yönelik Bulgular

Ölçekler	Grup	n	$\bar{X}$	Ss	F	P	Fark
Eş destek ölçeği	İlkokul[1]	22	58,59	13,87	5,66	0,00	1<3,4,5,6
	Ortaokul[2]	26	66,35	14,10			
	Lise[3]	54	69,87	10,99			
	Ön Lisans[4]	50	73,04	10,23			
	Lisans[5]	124	71,53	11,84			
	Lisansüstü[6]	26	69,92	12,17			
Depresyon	İlkokul[1]	22	15,55	11,68	3,12	0,01	3,5<1
	Ortaokul[2]	26	9,73	10,17			
	Lise[3]	54	8,22	8,30			
	Ön Lisans[4]	50	11,46	10,52			
	Lisans[5]	124	8,21	8,05			
	Lisansüstü[6]	26	8,62	9,76			
Anksiyete	İlkokul[1]	22	16,86	9,57	3,49	0,00	3,5<1
	Ortaokul[2]	26	13,58	11,02			
	Lise[3]	54	9,72	7,76			
	Ön Lisans[4]	50	12,72	9,68			
	Lisans[5]	124	9,98	7,63			
	Lisansüstü[6]	26	9,96	9,59			
Stres	İlkokul[1]	22	18,14	10,15	2,51	0,06	
	Ortaokul[2]	26	13,81	10,55			
	Lise[3]	54	11,98	8,35			
	Ön Lisans[4]	50	14,96	8,11			
	Lisans[5]	124	12,23	8,00			
	Lisansüstü[6]	26	11,96	9,85			

Eş destek ölçeği puanları kişilerin eğitim düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlı fark göstermektedir ($p<0,05$). Farkın hangi gruplar arsında olduğuna Bonferroni çoklu karşılaştırma testi ile bakıldığında eğitim düzeyi ilkokul olan kişilerin eş destek ölçeği puanlarının eğitim düzeyi lise, ön lisans, lisans ve lisans üzeri olan kişilere göre anlamlı biçimde daha düşük olduğu saptanmıştır.

Depresyon puanları kişilerin eğitim düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlı fark göstermektedir ($p<0,05$). Farkın hangi gruplar arsında olduğuna Bonferroni çoklu karşılaştırma testi ile bakıldığında eğitim düzeyi lise ve lisans olan kişilerin depresyon puanlarının eğitim ilkokul olan kişilere göre anlamlı biçimde daha düşük olduğu saptanmıştır.

Anksiyete puanları kişilerin eğitim düzeyine göre istatistiksel olarak anlamlı fark göstermektedir ($p<0,05$). Farkın hangi gruplar arsında olduğuna Bonferroni çoklu karşılaştırma testi ile bakıldığında eğitim düzeyi lise ve lisans olan kişilerin ansksiyete puanlarının eğitim ilkokul olan kişilere göre anlamlı biçimde daha düşük olduğu saptandı.

Stres puanları kişilerin eğitim düzeyine istatistiksel olarak anlamlı fark göstermemektedir (p>0,05).

Tablo 9. Ölçek Puanlarının Çocuk Sayısına Göre Karşılaştırılmasına Yönelik Bulgular

Ölçekler	Grup	n	$\bar{X}$	Ss	F	P	Fark
Eş destek ölçeği	Yok[1]	90	74,17	9,38	7,69	0,00	3,4<1
	Bir[2]	83	70,64	12,36			
	İki[3]	89	67,34	13,07			
	Üç ve daha fazla[4]	40	64,90	13,19			
Depresyon	Yok[1]	90	10,17	9,62	0,49	0,69	
	Bir[2]	83	8,48	8,04			
	İki[3]	89	9,51	9,58			
	Üç ve daha fazla[4]	40	9,73	10,68			
Anksiyete	Yok[1]	90	12,04	9,27	1,45	0,23	
	Bir[2]	83	10,30	7,49			
	İki[3]	89	10,34	8,73			
	Üç ve daha fazla[4]	40	13,08	10,37			
Stres	Yok[1]	90	13,73	8,68	0,21	0,89	
	Bir[2]	83	12,81	7,39			
	İki[3]	89	12,89	9,35			
	Üç ve daha fazla[4]	40	13,35	10,36			

Eş destek ölçeği puanları kişilerin çocuk sayısına göre istatistiksel olarak anlamlı fark göstermektedir (p<0,05). Farkın hangi gruplar arsında olduğuna Bonferroni çoklu karşılaştırma testi ile bakıldığında iki 3 ve daha fazla çocuğa sahip olan kişilerin eş destek ölçeği puanlarının çocuğu olmayanlara göre anlamlı biçimde daha düşük olduğu saptandı.

Depresyon, Stres, Anksiyete puanları kişilerin çocuk sayısına olarak anlamlı fark göstermemektedir (p>0,05).

Tablo 10. Ölçek Puanlarının Yaşanılan Yerleşim Yerine Göre Karşılaştırılmasına Yönelik Bulgular

Ölçekler	Grup	n	$\bar{X}$	Ss	F	P
Eş destek ölçeği	İl	141	70,55	11,26	0,61	0,54
	İlçe	138	69,11	13,64		
	Köy	21	71,29	9,84		
Depresyon	İl	141	10,13	9,28	1,13	0,32
	İlçe	138	9,12	9,55		
	Köy	21	7,10	8,40		
Anksiyete	İl	141	11,60	8,95	0,34	0,71
	İlçe	138	10,92	8,81		
	Köy	21	10,19	8,93		
Stres	İl	141	13,51	8,13	0,69	0,50
	İlçe	138	13,09	9,14		
	Köy	21	11,10	10,62		

Eş destek ölçeği, depresyon, anksiyete, stres puanları kişilerin yaşadıkları yerleşim yerine göre istatistiksel olarak anlamlı fark göstermemektedir (p>0,05).

3.4. Eş Destek Ölçeği Puanları ile Depresyon, Anksiyete ve Stres Puanları Arası İlişkiye Yönelik Bulgular

Tablo 11. Eş Destek Ölçeği Puanları ile Depresyon, Anksiyete ve Stres Puanları Arası İlişki

		Eş destek ölçeği
Depresyon	R	-0,49
	P	**0,01**
Anksiyete	R	-0,37
	P	**0,01**
Stres	R	-0,34
	P	**0,01**

Eş destek ölçeği puanları ile depresyon puanları arasında orta düzeyde negatif yönde (r:-0,49;<0,05) anksiyete puanları arasında orta düzeyde negatif yönde (r:-0,37;<0,05) stres puanları arasında orta düzeyde negatif yönde (r:-0,34;<0,05) istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmıştır. Elde edilen bulgular, eşten algılanan desteğin artmasıyla birlikte bireylerin depresyon, anksiyete ve stres düzeylerinin anlamlı biçimde azaldığını göstermektedir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Elde edilen bulgular, eşten algılanan desteğin artmasıyla birlikte bireylerin depresyon, anksiyete ve stres düzeylerinin anlamlı biçimde azaldığını göstermektedir. Bu bulgu, eş desteğinin ruhsal iyi oluş üzerinde koruyucu bir role sahip olduğu sonucunu oluşturmaktadır. Eş desteğinin bu koruyucu rolü, bireylerin kendini anlaşılmış ve değerli hissetmesini sağlayarak depresyon, anksiyete ve stres düzeylerini azaltabilmektedir.

Araştırma bulguları, konutun mülkiyet durumunun bireylerin algıladıkları eş desteği üzerinde anlamlı bir farklılık yarattığını, ancak depresyon, anksiyete ve stres düzeyleri açısından ayırt edici bir etkiye sahip olmadığını göstermektedir. Bu bulgu, barınma güvencesinin olduğu evlilik ilişkilerinde algılanan desteğin daha güçlü olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda bireylerin yakın ilişkilerinden algıladıkları destek yalnızca kişilerarası etkileşimlerden değil, aynı zamanda sosyoekonomik yaşam koşullarının sağladığı güvenlik ve güvenceden de etkilenmektedir.

Araştırmada, bireylerin çalışma durumlarına göre algıladıkları eş desteğinin anlamlı biçimde farklılaştığı ve çalışmayan bireylerin eş destek düzeylerinin özel sektörde çalışan bireylere kıyasla daha düşük olduğu belirlenmiştir. Çalışmama ve işsizlik bireylerin yaşamında strese

neden olarak eş destek algısının daha düşük düzeyde algılanmasına neden olabilir.

Araştırma bulguları, gelir düzeyinin bireylerin algıladıkları eş desteği ve stres düzeyleri üzerinde anlamlı bir farklılık yarattığını, düşük gelir grubundaki bireylerin hem daha düşük eş desteği algısına hem de daha yüksek stres düzeyine sahip olduklarını göstermektedir. Bu bulgu, gelir eksikliğinin bireylerde günlük yaşam stresini arttırıcı bir neden olduğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır.

Araştırmada, bireylerin algıladıkları eş desteğinin evlilik süresine göre anlamlı biçimde farklılaştığı ve evlilik süresi 6 yıl ve üzeri olan gruplarda eş destek düzeylerinin, evliliğin ilk yıllarındaki bireylere kıyasla daha düşük olduğu bulgusu elde edilmiştir. Bu bulgu, evliliğin ilerleyen yıllarında yaşam döngüsü ve bu döngüler bağlamındaki rol ve sorumluluklar kapsamında eşler arası destek davranışlarının azalması ya da daha az fark edilir hâle gelmesiyle açıklanabilir.

Araştırma bulguları, bireylerin eğitim düzeylerine göre algıladıkları eş desteği ile depresyon ve anksiyete düzeylerinin anlamlı biçimde farklılaştığını göstermektedir. Bulgular eğitim düzeyi ilkokul olan bireylerin eş destek algılarının daha düşük olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte eğitim düzeyi lise ve lisans olan bireylerin depresyon ve anksiyete düzeylerinin daha düşük olarak bulunmuştur. Bu bulgular eğitimin hem eşle olan ilişkisel boyutlarda hem de bireylerin ruhsal sağlığında belirleyici bir rol oynadığını göstermektedir.

Araştırmada, bireylerin algıladıkları eş desteğinin çocuk sayısına göre anlamlı biçimde farklılaştığı ve iki ve daha fazla çocuğa sahip olan bireylerin eş destek düzeylerinin, çocuğu olmayan bireylere kıyasla daha düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum, aile yaşam döngüsü çerçevesinde artan ebeveynlik sorumlulukları ve rollerinin, eşler arası destek algısını düşürdüğünü düşündürmektedir.

Elde edilen sonuçlar bağlamında;

- Evlilik öncesi eğitimlerde, aile ve çift danışmanlıklarında, algılanan eş desteğini arttırmaya yönelik içeriğe sahip psiko-eğitimlerin gerçekleştirilmesi,
- Evliliğin ilerleyen yıllarında eş desteği algısının azalmaması için yaşam döngüsüne duyarlı destek ve danışmanlık modelleri geliştirilmesi,
- Çok çocuklu ailelerde, artan rol yükleri ve ebeveynlik sorumluluklarının eşler arası destek algısını zayıflatmaması için ebeveynlik ve çift ilişkisini birlikte ele alan bütüncül eğitimler, danışmanlıklar ve müdahaleler planlanması ve gerçekleştirilmesi,

- Düşük eğitim düzeyine sahip bireylere yönelik, evlilik içi iletişim, duygusal ifade vb. becerileri güçlendirmek amacıyla eğitim ve programların gerçekleştirilmesi ve yaygınlaştırılması,
- Düşük gelir grubundaki bireyler için, ekonomik stresörlerin eş desteği algısını ve stres düzeyini olumsuz etkileyebileceği göz önünde bulundurularak, destek mekanizmaları ve ekonomik güçlendirme politikalarının entegre bir şekilde gerçekleştirilmesi,
- Çalışmayan bireylerin eşten algıladıkları desteğin daha düşük olduğu bulgusu doğrultusunda, istihdam politikalarının eş ilişkileri bağlamında ele alınması,
- Eşten algılanan destek ile depresyon, anksiyete ve stres arasındaki negatif ilişkiye dair elde edilen bulgu bağlamında ruh sağlığı ile ilgili yürütülen koruyucu ve önleyici çalışma ve politikalarda eş desteğinin önemli bir araç olarak değerlendirilmesi,
- Gerçekleştirilecek olan gelecek araştırmalarda, eş desteği ile ruhsal belirtiler arasındaki ilişkinin nedensel yönünün daha iyi anlaşılabilmesini sağlayacak boylamsal ve deneysel araştırmaların yapılması,

önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Acoba, E. F. (2024). Social support and mental health: the mediating role of perceived stress. Front. Psychol. 15:1330720.

Akın, A. ve Çetin, B. (2007). Depresyon Anksiyete Stres Ölçeği (DASÖ): Geçerlik ve güvenirlik çalışması. Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri 7(1), 241-268.

Cohen, S., Wills, T. A. (1985). Stress, social support and buffering hypothesis, Psychological Bulletin 98, 310-357

Çağ, P., Yıldırım, İ. (2013). Evlilik Doyumunu Yordayan İlişkisel ve Kişisel Değişkenler. Türk Psikolojik Danışma ve Rehberlik Dergisi 4 (39), 13-23.

Çelik, M., Tümkaya, S. (2012). Öğretim elemanlarının evlilik uyumu ve yaşam doyumlarının iş değişkenleri ile ilişkisi. Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi 13(1), 223-238.

Guo, J., Zhang, W., Jia, C., Zhang, X., Ai, L., Peng, Y. (2025). The impact of perceived social support on anxiety and depression: the chain mediating effect of internet addiction and insomnia. BMC Psychol 15;13:1149.

Hayward, M. & Zhang, Z. (2006). Gender, the marital life course, and cardiovascular disease in late midlife. Journal of Marriage and Family 68(3), 639-657.

Kublay, D., & Oktan, V. (2015). Evlilik Uyumu: Değer Tercihleri ve Öznel Mutluluk Açısından İncelenmesi. Turkish Psychological Counseling and Guidance Journal 5(44), 25-35.

Menezes, L. M., Neves, B. M., Motta, B. B., Azeredo, F., Quıntao, C. C. A. (2023). Life cycle phases: Literature review and new classification proposal for application in healthcare. Dental Press J Orthod. 28(5), e23spe5.

Miller, R. B., Mason, T. M., Canlas, J. M., Wang, D., Nelson, D. A., Hart, C. H. (2013) Marital satisfaction and depressive symptoms in China. J Fam Psychol 27(4):677-82.

Özer, A., Cihan-Güngör, H. (2012). Yükleme tarzları, bağlanma stilleri ve kişilik özelliklerine göre evlilik uyumu. Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi 8(2), 11-24.

Tekin Çatal, M., Kalkan, M. (2019). Evli Bireylerin Evlilik Değerleri Evlilik Doyumu ve Evlilik Tipleri. Yaşam Becerileri Psikoloji Dergisi 3(6), 179-186.

Terzi İlhan, S., & Işık, Ş. (2019). Evliliğin İlk Yıllarında Evlilik Yaşamı Deneyimi ve Evliliğe İlişkin Algılar: Sorunlar, Zorluklar ve İhtiyaçlar. Eğitimde Nitel Araştırmalar Dergisi 7(4), 1430-1448.

Wang, L., Yu, J., Diao, X., Zhang, Y., Miao, Y., He, W. (2024). The chain mediating effects of resilience and perceived social support in the relationship between perceived stress and depression in patients with COVID-19. Front Psychol 29;15:1400267.

Yalçın, H. (2014). Evlilik uyumu ile sosyodemografik özellikler arasındaki ilişki. Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi 3(1), 250-262.

Yıldırım, İ. (2004). Eş Destek Ölçeğinin Geliştirilmesi. Turkish Psychological Counseling and Guidance Journal 3(22), 19-26.

ORTAÖĞRETİMDE AKRAN ZORBALIĞININ ÇEŞİTLİ ETKENLER AÇISINDAN İNCELENMESİ[13]

Dilan GÜNEŞ
Gaziantep University, Graduate School Of Health Science, 27310, Gaziantep
ORCID: 0009-0007-4106-1538
Uğur BAKAY
Gaziantep University, Faculty of Sport Science, 27310, Gaziantep
ORCID: 0000-0002-3426-6785

ÖZET

Bu çalışma, Ortaöğretim öğrencilerinin akran zorbalığı davranışlarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi amacıyla yapılan betimsel bir çalışmadır. Yapılan çalışma için Gaziantep Üniversitesi Sağlık ve Spor Bilimleri Etik kurulundan 16.12.2024 tarih 28 sayılı kararı ile Etik Kurul İzinleri alınmıştır. Çalışma, 2025 yılı içerisinde Gaziantep İlinde Milli Eğitim Müdürlüğüne bağlı Ortaöğretim kurumlarında öğrenim gören öğrenciler arasından gönüllülük ilkesi doğrultusunda rastgele yöntemle seçilen lise öğrencileri üzerinde uygulanmıştır. Çalışmaya 400 (180 erkek, 220 kız) öğrenci katılmıştır. Çalışmada veri toplamak amacıyla, araştırmacılar tarafından oluşturulan "6 soruluk "Kişisel Bilgi Formu" ile Türkçeye uyarlama çalışması Arslan (2017) tarafından yapılan 'Akran Zorbalığı Ölçeği (AZÖ)' kullanılmıştır. Elde edilen verilerin İstatistiksel analizleri için SPSS 22.0 programı kullanılmıştır. Veri seti içerisindeki değişkenlerin normal dağılım gösterip göstermediği Kolmogorov Smirnov testi ile kontrol edilerek verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki farklılıkların tespiti için 2'li gruplarda independent sample t-testi, çoklu gruplarda One Way ANOVA testi kullanılmıştır. Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için Post Hoc LSD testi kullanılmıştır.

Sonuç olarak; çalışmamızda yer alan ortaöğretim öğrencilerinin akran zorbalığı puanlarının oldukça düşük olduğu düşük olduğu, cinsiyet, branş statüsü, sınıf düzeyi değişkenleri açısından herhangi bir farklılaşma bulunmazken, spor lisesinde öğrenim görenler ile spor yapanların daha fazla akran zorbalığı davranışında bulundukları, okuldaki başarı durumu ve aile gelir düzeyi düşük olanların daha fazla akran zorbalığı davranışında bulundukları sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Akran Zorbalığı, Ortaöğretim, Spor

[13] Bu çalışma, Dilan GÜNEŞ'in Gaziantep Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalında yapmış olduğu aynı isimli tezden türetilmiştir.

EXAMINING PEER BULLYING IN SECONDARY EDUCATION IN TERMS OF VARIOUS FACTORS

ABSTRACT

This is a descriptive study conducted to examine the diversity of peer bullying in secondary education in terms of various variables. Ethics Committee approvals were obtained for the study from the Gaziantep University Health and Sports Sciences Ethics Board with decision number 28 dated December 16, 2024. The study was conducted on high school students randomly selected on the principle of volunteering among those studying in secondary schools affiliated to the Directorate of National Education in Gaziantep province in 2025. 400 students (180 male, 220 female) participated in the study. To collect data, a 6-question "Personal Information Form" developed by the researchers and the "Peer Bullying Scale (PBS)" adapted to Turkish by Arslan (2017) were used. SPSS 22.0 program was used for statistical analysis of the obtained data. The Kolmogorov-Smirnov test was used to check whether the variables in the data set showed normal distribution, and it was determined that the data did. To determine the differences between groups, independent samples t-test was used for 2 groups, and One Way ANOVA test was used for multiple groups. Post Hoc LSD test was used to determine which groups the difference was between.

In conclusion, the peer bullying scores of the secondary school students included in our study were quite low, with no differences found in terms of gender, branch status, or grade level. it was concluded that students attending sports high schools and those who participate in sports exhibit more peer bullying behavior, and that students with lower academic achievement and family income levels exhibit more peer bullying behavior.

Key Words: Trainer, Anxiety, Job Satisfaction

1. GİRİŞ

Okullar, öğrencilere yeni bilgi ve beceriler kazandırmanın yanında onların sosyal gelişimine katkı sunan ve toplumun sahip olduğu millî ve manevi değerleri aktaran kurumlardır. Ancak öğrencilerin yeni bir sosyal çevreye adım attıkları bu ortam her zaman ideal koşulları sağlayamayabilir. Farklı çevrelerden gelen öğrencilerin bir arada bulunduğu okullarda zaman zaman saldırganlık, şiddet, zorbalık ve hoşgörüsüzlük gibi olumsuz davranışlara rastlanabilmektedir. Eğitimin temel amacı bireyde istenen davranışların geliştirilmesidir; ancak bu süreçte olumlu davranışların yanında olumsuz davranışlar da ortaya çıkabilir. Bu olumsuz davranışlardan biri de akran zorbalığıdır (Özdemir, 2021).

Fiziksel zorbalık, daha çok eylem odaklı bir davranış biçimidir. Mağdura tekme atma, yumruklama, saç çekme gibi doğrudan fiziksel saldırılar ile kasten eşyalarına zarar verme gibi agresif hareketleri kapsar. Bu tür zorbalık, diğer zorbalık türlerine göre daha belirgin olduğu için tanımlanması görece kolaydır ve gözlemlenebilir doğası nedeniyle doğrudan zorbalık kapsamında değerlendirilir (Topalli, 2024).

Sözel zorbalık, bireyin başka bir kişiye sözlü ifadeler veya iletişim yoluyla psikolojik zarar vermesi şeklinde ortaya çıkan bir zorbalık türüdür ve okul ortamında en sık karşılaşılan zorbalık biçimlerinden biridir. Çocuklar bu tür zorbalığa çoğu zaman yetişkinlerin yanında dahi maruz kalabilmekte, ancak yetişkinler tarafından fark edilmesi güç olabilmektedir. Sözel zorbalığın sürekli hale gelmesi, mağdur öğrencinin özgüven gelişimini olumsuz yönde etkileyerek onu daha kolay hedef hâline getirebilir ve süreç giderek ağırlaşabilir. Zamanla zorbalığa uğrayan öğrenci sosyal çevresinden uzaklaşarak yalnızlaşabilir. Okullarda sık görülen sözel zorbalık türlerine; alay edilmesi, küçümsenmesi, iftiraya uğraması, haksız suçlamalarla karşı karşıya bırakılması, küçük düşürücü ifadeler kullanılması, kültürel veya etnik kökene yönelik aşağılayıcı sözler ile cinsel içerikli hakaretler örnek olarak gösterilebilir (Yahşi, 2022).

Zorbalık hem uygulayan kişiler hem maruz kalanlar hem de olaylara tanık olanlar üzerinde uzun süreli olumsuz etkiler bırakabilir. Okul ortamında zorbalığa uğrayan öğrencilerde kısa sürede belirgin fiziksel ve duygusal zararlar oluşabileceği, ayrıca bu durumun öğrencilerin kişilik gelişimi ve akademik yaşamı üzerinde kalıcı olumsuz etkiler yaratabileceği ifade edilmektedir (Olweus, 2005).

Akran zorbalığı, okulun sosyal dengesini olumsuz yönde etkileyerek ister zorba, ister mağdur, ister zorba-mağdur, isterse de olaylara tanık olan öğrenci olsun tüm öğrencilerin öğrenme süreçlerini olumsuz etkileyebilir ve eğitim kalitesinin düşmesine yol açabilir (Karabacak, 2015).

Zorbalık ve akran şiddeti konusundaki kaygılar, bu davranışlarla ilişkili risk faktörlerinin ve öğrenciler üzerindeki etkilerinin araştırılmasına yönelmiştir. Yapılan çalışmalar, zorbalık davranışlarının bireysel özelliklerle (örneğin yaş, cinsiyet, aile, akran ilişkileri ve psikososyal sorunlar) doğrudan bağlantılı olduğunu göstermektedir. Bazı araştırmacılar ise çevresel koşullar ve kültürel etmenler gibi daha geniş kapsamlı faktörleri incelemiştir. Etkili zorbalık önleme ve müdahale stratejilerinin geliştirilmesi için, okul ortamında zorbalığa yol açan ve onu önleyen ekolojik sistem düzeylerinin anlaşılması önem taşımaktadır (Kuvat, 2021).

Okul ve spor ortamları, bireylere çeşitli olumlu kazanımlar sağlasa da, bu alanlarda zaman zaman olumsuz davranışlara da rastlanabilmektedir. Özellikle sözlü ya da fiziksel saldırganlık

ve şiddet içeren eylemler sık karşılaşılan durumlar arasında yer almaktadır. Araştırmalar, bu tür davranışların özellikle akran grupları içinde dikkat çektiğini göstermektedir. Bu durum, ergenlik dönemindeki bireyler arasında daha belirgin bir şekilde görülmektedir (Burnukara ve Uçanok, 2012).

Akran zorbalığına uğrayan öğrenciler, kaygı, öfke ve çaresizlik gibi olumsuz duygular yaşayabilmektedir. Bunun yanı sıra, bazı öğrencilerde zorbalığa maruz kalmanın etkisiyle saldırgan davranışlar sergileme veya şiddete yönelme gibi tepkilerin ortaya çıkabildiği de bilinmektedir (Brockenbrough ve ark, 2002).

Bir çocuğun, korku duymadan, tacize uğramadan, rahatsız edilmeden ve onuru zedelenmeden okuluna güven içinde gidip gelmesi temel haklarından biridir. Aynı şekilde, hiçbir ebeveyn de çocuğunu okula gönderirken, onun başına olumsuz bir durum gelebileceği kaygısını taşımamalıdır (Gökler, 2009).

Okul ortamında karşılaşılan bu tür olumsuz davranışlarla ilgili yapılan araştırmalar, söz konusu durumların öğrencilerin okula karşı tutum ve davranışlarını doğrudan etkilediğini göstermektedir (Demirezen, 2020).

Yukarıda verilen bilgiler ışığında, bu çalışmada ortaöğretimde akran zorbalığının çeşitli etkenler açısından detaylı biçimde incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaca bağlı olarak araştırmada ortaöğretimde akran zorbalığı; cinsiyet, sınıf düzeyi, okul türü, akademik başarı, aile gelir durumu ve spor yapma durumuna göre farklılıklar olup olmadığı ortaya koyulmaya çalışılacaktır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Yöntem

Bu çalışma Ortaöğretim öğrencilerinin akran zorbalığı davranışlarının çeşitli değişkenler açısından incelenmesi amacıyla yapılan betimsel bir çalışmadır. Yapılan çalışma için Gaziantep Üniversitesi Sağlık ve Spor Bilimleri Etik kurulundan 16.12.2024 tarih 28 sayılı kararı ile Etik Kurul İzinleri alınmıştır (Ek 1). Öğrencilere uygulama yapmak için İl Millî Eğitim Müdürlüğü'nden MEB.TT.2025.019963.01 başvuru numaralı izin alınmıştır (Ek 2).

2.2. Evren Örneklem

Çalışma, 2025 yılı içerisinde Gaziantep İlinde Milli Eğitim Müdürlüğüne bağlı Ortaöğretim kurumlarında öğrenim gören öğrenciler arasından gönüllülük ilkesi doğrultusunda rastgele yöntemle seçilen lise öğrencileri üzerinde uygulanmıştır. Çalışmaya 400 (180 erkek, 220 kız) öğrenci katılmıştır. Araştırma grubunun kişisel özelliklerine ilişkin bulguların dağılımı Tablo 3.1'de verilmektedir.

Tablo 3.7. Araştırma grubunun kişisel özelliklerinin dağılımı

Değişkenler	Gruplar	n	%	Değişkenler	Gruplar	n	%
Cinsiyet	Kız	220	55.0	**Spor Yapma**	Evet	221	55.3
	Erkek	180	45.0		Hayır	179	44.8
Okul Türü	Anadolu Lisesi	99	24.8	**Akademik Başarı**	Düşük	56	14.0
	Fen Lisesi	103	25.8		Orta	262	65.5
	Meslek Lisesi	99	24.8		Yüksek	82	20.5
	Spor Lisesi	99	24.8				
Sınıf Düzeyi	9.Sınıf	93	23.3	**Gelir Düzeyi**	Düşük	36	9.0
	10.Sınıf	177	44.3		Orta	305	76.3
	11.sınıf	60	15.0		Yüksek	59	14.8
	12.sınıf	70	17.5				

2.3. Veri Toplama Araçları

Çalışmada veri toplamak amacıyla, araştırmacılar tarafından oluşturulan "6 soruluk "Kişisel Bilgi Formu" ile akran zorbalığı düzeyleri hakkında veri toplamak amacıyla 'Akran Zorbalığı Ölçeği (AZÖ)' kullanılmıştır (Ek 3). Akran Zorbalığı Ölçeği, Shaw, Dooley, Cross, Zubrick ve Waters, (2013) tarafından zorbalığa ilişkin davranışları belirlemek amacıyla geliştirilmiş bir ölçme aracıdır. Ölçek, 5'li likert tipinde toplam 10 madde ve tek alt boyuttan oluşmaktadır. Ölçekte yer alan maddeler (1) Yapmadım, (2) Bir ya da iki kez yaptım, (3) Ayda bir kez yaptım, (4) Haftada bir kez yaptım ve (5) Haftada birkaç kez yaptım seçeneklerinde 1 ile 5 aralığında cevaplanmaktadır. Kişinin kendisi tarafından yanıtlanmakta ve zaman sınırlaması bulunmamaktadır. Ölçeğin Türkçeye uyarlama çalışması Arslan (2017) tarafından yapılmıştır. Ölçeğin geçerliliği yapı geçerliliği ile değerlendirilmiş ve Bartlett testi $\chi 2$ katsayısı 192,22 olarak hesaplanmıştır. Yapılan güvenirlik analizi sonucunda ölçeğin Cronbach's Alfa iç tutarlılık güvenirlik katsayısı .86 olarak hesaplanmıştır. Bu araştırma kapsamında cronbach alfa değeri .84 bulunmuştur.

2.4. Verilerin Analizi

Elde edilen verilerin İstatistiksel analizleri için SPSS 22.0 programı kullanılmıştır. Veri seti içerisindeki değişkenlerin normal dağılım gösterip göstermediği Kolmogorov Smirnov testi ile kontrol edilerek verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Gruplar arasındaki farklılıkların tespiti için 2'li gruplarda independent sample t-testi, çoklu gruplarda One Way ANOVA testi kullanılmıştır.

Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek için Post Hoc LSD testi kullanılmıştır.

3. BULGULAR

Tablo 4.1. Araştırma grubunun cinsiyet açısından akran zorbalığı puanlarının karşılaştırması

Cinsiyet	n	Ortalama	ss.	t	p
Kız	220	15.65	7.18	-1.841	.066
Erkek	179	17.01	7.59		

Tablo 4.1'de araştırma grubunun cinsiyet değişkeni açısından akran zorbalığı ölçeğinden elde ettikleri puanlarının karşılaştırması verilmektedir. Buna göre, ortaöğretim öğrencilerinin cinsiyet değişkeni açısından akran zorbalığı ölçeğinden elde ettikleri puanlar arasında anlamlı farklılığa rastlanmamıştır ($p>0.05$). Bir başka deyişle akran zorbalığının cinsiyet değişkeni açısından farklılaşmadığı söylenebilir.

Genel olarak araştırma grubunun akran zorbalığı ölçeğinden elde ettikleri puanlara bakıldığında kızların ortalaması 15.65, erkeklerin ortalaması 17,01 olarak tespit edilmiştir. Ölçekten elde edilebilecek en düşük puan 10 en yüksek puan 50 olduğuna göre, çalışmamızda yer alan ortaöğretim öğrencilerinin akran zorbalığı puanlarının oldukça düşük olduğu düşük olduğu, akran zorbalığı yapmadım ya da 1-2 kez yaptım olarak değerlendirilebilir.

Tablo 4.8. Araştırma grubunun spor yapma durumları açısından akran zorbalığı puanlarının karşılaştırması

Spor Yapma	n	Ortalama	ss.	t	p
Evet	220	17.47	7.92	3.696	.000
Hayır	179	14.77	6.39		

Tablo 4.2'de araştırma grubunun spor yapma durumları açısından akran zorbalığı ölçeğinden elde ettikleri puanlarının karşılaştırması verilmektedir. Buna göre, spor yapanlar lehine anlamlı farklılığa rastlanmıştır ($p<0.05$). Bir başka deyişle spor yapanların akran zorbalığı davranışlarının spor yapmayanlardan daha fazla olduğu söylenebilir.

Tablo 4.9. Araştırma grubunun lise türü açısından akran zorbalığı puanlarının karşılaştırması

Varyansın Kaynağı	KT	sd	KO	F	p	Fark
Gruplar arası	657.386	3	219.129	4.104	.007	4-1 4-2 4- 3
Grup içi	21093.025	395	53.400			
Toplam	21750.411	398				

Gruplar; **1.grup:** Anadolu Lisesi, **2.Grup:** Fen Lisesi, **3.grup:** Meslek Lisesi, **4.grup:** Spor Lisesi

Tablo 4.6'da araştırma grubunun lise türü açısından akran zorbalığı puanlarının karşılaştırması verilmektedir. Lise türü açısından ölçekten elde edilen puan ortalamaları arasında anlamlı farklılığa rastlanmıştır ($F_{(3-395)}$=4.104, p<0.05). Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek amacıyla yapılan LSD testi sonucuna göre, spor lisesi öğrencilerinin elde ettikleri puanların diğer lise türlerinden yüksek tespit edilmiştir. Bir başka deyişle spor lisesi öğrencilerinin akran zorbalığı davranışları diğer lise öğrencilerinden daha yüksektir.

Tablo 4.10. Araştırma grubunun sınıf düzeyi açısından akran zorbalığı puanlarının karşılaştırması

Varyansın Kaynağı	KT	sd	KO	F	p
Gruplar arası	76.412	3	25.471	0.464	.707
Grup içi	21673.999	395	54.871		
Toplam	21750.411	398			

Tablo 4.7'de araştırma grubunun sınıf düzeyi açısından akran zorbalığı puanlarının karşılaştırması verilmektedir. Sınıf düzeyi açısından ölçekten elde edilen puan ortalamaları arasında anlamlı farklılığa rastlanmıştır ($F_{(3-395)}$=0.464, p>0.05).

Tablo 4.11. Araştırma grubunun gelir düzeyi açısından akran zorbalığı puanlarının karşılaştırması

	KT	sd	KO	F	p	Fark
Gruplar arası	1134.612	2	567.306	10.897	.000	1-2 1-3 3-2
Grup içi	20615.799	396	52.060			
Toplam	21750.411	398				

Gruplar: **1.grup** düşük**, 2.grup** orta, **3.grup** yüksek

Tablo 4.8'de araştırma grubunun gelir düzeyi açısından akran zorbalığı puanlarının karşılaştırması verilmektedir. Gelir düzeyi açısından ölçekten elde edilen puan ortalamaları

arasında anlamlı farklılığa rastlanmıştır ($F_{(2-396)}$=10.897, p<0.05). Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek amacıyla yapılan LSD testi sonucuna göre, gelir düzeyi düşük olanların, orta ve yüksek olanlardan, yüksek olanlarında orta olanlardan anlamlı bir şekilde yüksek puan elde ettikleri tespit edilmiştir. Bir başka deyişle gelir düzeyini orta seviyede görenlerin daha az akran zorbalığı davranışı sergiledikleri söylenebilir.

Tablo 4.12. Araştırma grubunun okuldaki başarı durumları açısından akran zorbalığı puanlarının karşılaştırması

	KT	sd	KO	F	p	Fark
Gruplar arası	1010.940	2	505.470	9.651	.000	1-2 1-3 2-3
Grup içi	20739.471	396	52.372			
Toplam	21750.411	398				

Gruplar: **1.grup** düşük, **2.grup** orta, **3.grup** yüksek

Tablo 4.9'da araştırma grubunun okuldaki başarı durumları açısından akran zorbalığı puanlarının karşılaştırması verilmektedir. Okuldaki başarı durumları açısından ölçekten elde edilen puan ortalamaları arasında anlamlı farklılığa rastlanmıştır ($F_{(2-396)}$=9.651, p<0.05). Farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu belirlemek amacıyla yapılan LSD testi sonucuna göre, okuldaki başarı durumları düşük olanların, orta ve yüksek olanlardan, yüksek olanlarında orta olanlardan anlamlı bir şekilde yüksek puan elde ettikleri tespit edilmiştir. Bir başka deyişle okuldaki başarı durumlarını orta seviyede görenlerin daha az akran zorbalığı davranışı sergiledikleri söylenebilir.

SONUÇ

Araştırmanın bu bölümünde, çalışma amacı doğrultusunda toplanan verilerden elde edilen sonuçlara ve tartışmasına yer verilmiştir. Araştırma ortaöğretim öğrencilerinin çeşitli değişkenler açısından akran zorbalığı davranışlarının incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda araştırmaya 220 kız, 180 erkek olmak üzere 400 ortaöğretim öğrencisi katılmıştır. Katılımcıların akran zorbalığı davranışlarını belirlemek amacıyla akran zorbalığı ölçeği kullanılmıştır. Ölçme aracı sınıf ortamında gönüllülük esasına göre uygulanmış olup, cinsiyet, okul türü, sınıf ve gelir düzeyi, sosyal çevre ilişkileri ve anne baba tutumları değişkenleri açısından değerlendirilmiştir.

Genel olarak araştırma grubunun akran zorbalığı ölçeğinden elde ettikleri puanlara bakıldığında kızların ortalaması 15.65, erkeklerin ortalaması 17.01 olarak tespit edilmiştir. Ölçekten elde edilebilecek en düşük puan 10 en yüksek puan 50 olduğuna göre, çalışmamızda yer alan

ortaöğretim öğrencilerinin akran zorbalığı puanlarının oldukça düşük olduğu, akran zorbalığı yapmadım ya da 1-2 kez yaptım olarak değerlendirilebilir.

Ortaöğretim öğrencilerinin cinsiyet değişkeni açısından akran zorbalığı davranışlarında anlamlı farklılığa rastlanmamıştır.

Araştırmamızda cinsiyet değişkenine göre değerlendirilen mağduriyet puanlarında anlamlı bir farklılık bulunmaması, literatürde yer alan bazı çalışmalarla da paralellik göstermektedir. Demirkıran Karataş'ın (2024) ergenlerde beden algısı ve akran zorbalığı arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmasında da kız ve erkek öğrencilerin genel zorbalık mağduriyeti, atıflar ve değerlendirilen mağduriyet puanlarının cinsiyete göre anlamlı düzeyde farklılaşmadığı rapor edilmiştir. Bu sonuç, cinsiyetin zorbalık mağduriyetini belirlemede tek başına güçlü bir değişken olmadığını, zorbalık deneyiminin farklı sosyal ve psikolojik etkenlerle şekillendiğini göstermesi bakımından mevcut çalışma bulgularını desteklemektedir (Demirkıran, 2024).

Küpeli'nin (2020) öğretmen adaylarının akran zorbalığına ilişkin tutumları ile zorbalık durumlarında tercih ettikleri müdahale yöntemlerini ele aldığı çalışmasında, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Eğitim Fakültesinde öğrenim gören 371 katılımcıdan elde edilen veriler analiz edilmiştir. Karma yöntemle yürütülen bu araştırmada, öğretmen adaylarının farklı akran zorbalığı türlerine yönelik tutumlarının öğrenim gördükleri bölüme göre değişiklik gösterdiği; buna karşılık cinsiyetin tutumlar üzerinde belirleyici bir etken olmadığı sonucuna ulaşılmıştır (Küpeli, 2020).

Spor yapan ortaöğretim öğrencilerinin akran zorbalığı davranışlarının spor yapmayanlardan daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Araştırma bulgularında spor yapan öğrencilerin akran zorbalığı davranışlarının spor yapmayanlara göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Literatürde de spor ortamında özellikle takım sporlarında zorbalığın daha yoğun görülebildiğini bildiren çalışmalar bulunmaktadır. Vveinhardt ve Fominienė (2022) tarafından yapılan ve farklı spor türlerini karşılaştıran araştırmada, takım sporlarında yer alan genç sporcuların hem zorbalık mağduru olma hem de zorbalık yapma oranlarının bireysel ve dövüş sporlarına kıyasla belirgin şekilde daha yüksek olduğu saptanmıştır. Çalışmada katılımcıların yaklaşık üçte birinin kendisini zorbalık mağduru olarak tanımladığı, ayrıca takım sporlarında sporcuların önemli bir kısmının takım arkadaşlarına yönelik zorbalık davranışında bulunduklarını kabul ettikleri rapor edilmiştir. Bu bulgular, sporun bazı bağlamlarda rekabet, güç ilişkileri ve grup dinamikleri nedeniyle zorbalık davranışlarını artırabileceğini göstermekte ve mevcut araştırmanın sonuçlarını desteklemektedir (Vveinhardt & Fominienė, 2022).

Öğrenim görülen lise türü açısından yapılan karşılaştırmalara bakıldığında, spor lisesi öğrencilerinin akran zorbalığı davranışları diğer lise türlerinde (Anadolu, fen, meslek) öğrenim gören öğrencilerinden daha yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Pişkin ve Ayas'ın (2011) lise düzeyindeki öğrenciler üzerinde gerçekleştirdiği araştırma, akran zorbalığının okul türü, sınıf seviyesi ve cinsiyet gibi değişkenlere göre anlamlı biçimde değiştiğini göstermektedir. Araştırmada, özellikle **endüstri meslek liselerinde öğrenim gören öğrencilerin zorbalığa maruz kalma oranlarının**, genel, özel ve Anadolu liselerindeki akranlarına kıyasla daha yüksek olduğu ortaya konmuştur. Bunun yanında **özel liselerde eğitim alan öğrencilerin zorba davranışı sergileme olasılıklarının,** diğer okul türlerindeki öğrencilere göre belirgin biçimde arttığı bildirilmektedir. Bu sonuçlar, okul türlerinin sahip olduğu öğrenci profili, kurum kültürü ve sosyal etkileşim ortamının, zorbalık davranışlarının görülme sıklığı üzerinde etkili olabileceğine işaret etmektedir (Pişkin ve Ayas, 2011).

Yapılan bir araştırmada, öğrencilerin öğrenim gördükleri okul türüne göre sanal zorbalık davranışları karşılaştırılmış ve dikkat çekici farklılıklar ortaya çıkmıştır. Analizler, **sanal zorbalık davranışını en yoğun biçimde gerçekleştiren grubun Anadolu Lisesi öğrencileri olduğunu,** bu grubu sırasıyla **endüstri meslek lisesi** ve **kız meslek lisesi** öğrencilerinin izlediğini göstermiştir. Benzer biçimde, **sanal zorbalığa maruz kalma düzeyleri** incelendiğinde de aynı sıralamanın korunduğu görülmüştür. Bulgular**, en fazla mağduriyetin Anadolu Lisesi öğrencileri arasında yaşandığını,** bunu yine **endüstri meslek lisesi** ve **kız meslek lisesi** öğrencilerinin takip ettiğini ortaya koymuştur. Bu sonuçlar, okul türlerine özgü sosyal etkileşim biçimleri, öğrenciler arası iletişim yoğunluğu ve dijital ortam kullanım pratiklerinin sanal zorbalık davranışlarının görülme düzeyleri üzerinde etkili olabileceğini düşündürmektedir. Özellikle Anadolu Liselerinde hem zorbalık yapan hem de zorbalığa maruz kalan öğrenci oranlarının daha yüksek olması, bu okul türünde dijital iletişimin daha yaygın kullanılmasıyla ilişkilendirilebilir (Karabacak, 2015).

Öğrenim görülen sınıf düzeyi açısından yapılan karşılaştırmalara bakıldığında sınıf düzeyinin akran zorbalığı davranışında bir etken olmadığı bulunmuştur.

Literatürde yer alan bazı araştırmalar, sınıf düzeyinin akran zorbalığı davranışları üzerinde belirleyici bir değişken olmadığını ortaya koymaktadır. Bu çalışmalarda, öğrencilerin farklı sınıf seviyelerinde olmalarına rağmen akran zorbalığına ilişkin ortalama puanların birbirine oldukça yakın seyrettiği ve bu nedenle sınıflar arasında anlamlı bir farkın oluşmadığı belirtilmektedir. Şiddet eğilimi açısından ise bazı sınıf düzeylerinde (özellikle 10. ve 11. sınıflarda) daha yüksek eğilimler gözlenebilse de akran zorbalığı davranışları sınıf düzeyine

göre tutarlı bir biçimde değişmemektedir. Bu durumun olası nedenleri arasında, 9. sınıf öğrencilerinin yeni bir eğitim ortamına uyum sağlamaya çalışmaları nedeniyle daha geri planda kalmaları; 12. sınıf öğrencilerinin ise sınav hazırlık sürecine yoğunlaşmaları sebebiyle sosyal etkileşim ve çatışma ortamlarından uzak durmaları gösterilebilir. Bu çerçevede, sınıf düzeyinin akran zorbalığı üzerinde belirgin bir etkisinin bulunmadığı, literatürle uyumlu şekilde ifade edilebilir (Isparta REM, 2022).

Araştırma grubunun gelir düzeyi düşük olanların, orta ve yüksek olanlardan, yüksek olanlarında orta olanlardan anlamlı bir şekilde yüksek puan elde ettikleri tespit edilmiştir. Dolayısıyla gelir düzeyini orta seviyede görenlerin daha az akran zorbalığı davranışı sergiledikleri söylenebilir. Mevcut araştırmalar genel olarak düşük sosyoekonomik statünün okullardaki mağduriyet ve özellikle "zorba-mağdur" rolüyle ilişkili olabileceğini göstermektedir. Düşük ebeveyn eğitim düzeyi, düşük statülü meslekler, ekonomik yoksunluk ve yoksulluk gibi koşulların mağduriyetle bağlantılı olduğu sıkça bildirilmiştir. Benzer şekilde, zorba-mağdur davranışları gösteren çocukların da çoğunlukla düşük sosyoekonomik koşullara sahip ailelerden geldikleri; özellikle annenin eğitim düzeyinin düşük olması veya annenin işsizliği gibi faktörlerin bu grupta daha belirgin olduğu ifade edilmektedir. Bununla birlikte bazı araştırmalar sosyoekonomik statü ile mağduriyet ya da zorba-mağdur rolleri arasında anlamlı bir ilişki saptamamıştır. Ayrıca zorbalığın türü de sosyoekonomik statüye göre değişkenlik gösterebilmektedir; örneğin fiziksel ve ilişkisel zorbalığa maruz kalan çocukların daha sık düşük gelirli ailelerden geldiği, ancak siber zorbalık mağdurlarında benzer bir eğilimin görülmediği belirtilmektedir (Tippett & Wolke, 2014).

Okuldaki başarı durumları açısından bakıldığında çalışmada yer alan ortaöğretim öğrencilerinin, okuldaki başarı durumlarını orta seviyede görenlerin daha az akran zorbalığı davranışı sergiledikleri sonucuna ulaşılmıştır.

Akran zorbalığı ile akademik başarı arasındaki ilişkiyi inceleyen araştırmalar, akademik performansın önemli bir belirleyici olduğunu göstermektedir. Nitekim yapılan bir çalışmada, cinsiyet değişkeni açısından anlamlı farklar saptanırken sınıf düzeyinin zorbalığa katılım üzerinde belirleyici olmadığı ortaya konmuştur. Çalışmanın lojistik regresyon analizleri, zorbalığa dâhil olan öğrencilerin akademik başarı düzeylerinin daha düşük olduğunu net biçimde göstermektedir. Bulgulara göre, zorbalık sürecinde yer alan kız öğrencilerin kabul görme ve akademik başarı puanları daha düşükken; erkek öğrencilerde de benzer şekilde düşük akademik başarı ile zorbalığa katılım arasında ilişki gözlenmiştir. Ayrıca hem zorba hem kurban konumundaki öğrencilerin akademik başarılarının düşük olması, başarısı düşük

öğrencilerin zorbalığa karışma veya maruz kalma riskinin daha yüksek olabileceğini destekler niteliktedir. Bu kapsamlı sonuçlar, **akademik başarı seviyesi yükseldikçe akran zorbalığına katılım olasılığının azaldığını** bildiren literatür ile uyumludur (Atik, 2006).

Sonuç olarak; çalışmamızda yer alan ortaöğretim öğrencilerinin akran zorbalığı puanlarının oldukça düşük olduğu, cinsiyet ve sınıf düzeyi değişkenleri açısından herhangi bir farklılaşma bulunmazken, spor lisesinde öğrenim görenler ile spor yapanların daha fazla akran zorbalığı davranışında bulundukları, okuldaki başarı durumu ve aile gelir düzeyi düşük daha fazla akran zorbalığı davranışında bulundukları sonucuna ulaşılmıştır.

KAYNAKLAR

Arslan, N. (2017). Peer bullying among high school students: Turkish version of bullying scale. *Turkish Online Journal of Educational Technology (TOJET), Special Issue,* 853–857.

Atik, G. (2006). *The role of locus of control, self-esteem, parenting style, loneliness, and academic achievement in predicting bullying among middle school students* (Master's thesis). Middle East Technical University, Graduate School of Social Sciences.

Brockenbrough, K. K., Cornell, D. G., & Loper, A. B. (2002). Aggressive attitudes among victims of violence at school. *Education and Treatment of Children, 25*(3), 273–287.

Burnukara, P., & Uçanok, Z. (2012). İlk ve orta ergenlikte akran zorbalığı: Gerçekleştiği yerler ve baş etme yolları. *Türk Psikoloji Yazıları, 15*(29), 68–82.

Demirezen, İ. K. (2020). *Spora katılan ve katılmayan lise öğrencilerinde okula yönelik tutum ve akran zorbalığına maruz kalma düzeylerinin incelenmesi: Aksaray ili örneği* (Yüksek lisans tezi). Mersin Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Demirkıran Karataş, Ç. (2024). *Ergenlerde beden algısı ile akran zorbalığı arasındaki ilişkinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Giresun Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çocuk Hakları Anabilim Dalı.

Gökler, R. (2009). Okullarda akran zorbalığı. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi, 6*(2), 511–537.

Isparta Rehberlik ve Araştırma Merkezi. (2022). *Ortaöğretim kurumları şiddet eğilimi araştırması* (B. Çetin & A. Keleş, Ed.). Isparta Rehberlik ve Araştırma Merkezi, Rehberlik ve Psikolojik Danışma Hizmetleri Bölümü. https://ispartaram.meb.k12.tr/meb_iys_dosyalar/32/01/155082/dosyalar/2022_09/05133434_Ortaogretim-Kurumlari-Siddet-Egilimi-Arastirmasi-2022.pdf

Karabacak, K., Ekşioğlu, S., Öztunç, M., Başçiçek, F., Soydan, E., & Yaşar, V. (2015). Lise öğrencilerinin zorbalık davranışları. *Route Educational and Social Science Journal, 2*(2), 365–377.

Küpeli, H. D. (2020). *Öğretmen adaylarının akran zorbalığına ilişkin görüşlerinin hikâyeleştirilmiş durumlar ile incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

Kuvat, S. (2021). *Spor yapan ve yapmayan ortaokul öğrencilerinin sporcu kimliği ve akran zorbalığının incelenmesi (Elazığ ili örneği)* (Yüksek lisans tezi). Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

Olweus, D. (2005). A useful evaluation design, and effects of the Olweus Bullying Prevention Program. *Psychology, Crime & Law, 11*(4), 389–402. https://doi.org/10.1080/10683160500255471

Özdemir, H. (2021). *Akran zorbalığı temalı çocuk edebiyatı okuma etkinliklerinin beşinci sınıf öğrencilerinin akran zorbalığıyla başa çıkma stratejilerini kullanmalarına etkisinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi.

Pişkin, M., & Ayas, T. (2011). Lise öğrencileri arasındaki zorbalık olaylarının cinsiyet, sınıf düzeyi ve okul türü bakımından incelenmesi. *İlköğretim Online, 10*(2), 550–568.

Shaw, T. M., Dooley, J. J., Cross, D. S., Zubrick, S. R., & Waters, S. K. (2013). The forms of bullying scale (FBS): Validity and reliability estimates for a measure of bullying victimization and perpetration in adolescence. *Psychological Assessment, 25*(4), 1045–1057. https://doi.org/10.1037/a0032955

Tippett, N., & Wolke, D. (2014). Socioeconomic status and bullying: A meta-analysis. *American Journal of Public Health, 104*(6), e48–e59. https://doi.org/10.2105/AJPH.2014.301960

Topallı, S. (2024). *Ortaöğretim öğrencilerinin akran zorbalığı ve sosyal medya bağımlılık düzeylerinin spor ve farklı değişkenler açısından incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi, Kış Sporları ve Spor Bilimleri Enstitüsü.

Yahşi, K. (2022). *Çatışma çözme programının ortaokul öğrencilerinin çatışma çözüm becerilerine, akran ilişkilerine ve akran zorbalığına etkisi* (Yüksek lisans tezi). Maltepe Üniversitesi.

12-13 YAŞ GRUBU ÖĞRENCİLERDE BEDEN HAREKETLERİ İLE RİTİM EĞİTİMİNİN RİTİM ALGILAMA-UYGULAMA BECERİSİ VE REAKSİYON ZAMANINA ETKİSİ[14]

Mehmet AKA
Gaziantep University, Graduate School Of Health Science, 27310, Gaziantep
ORCID: 0009-0002-9732-3510
Zinnur GEREK
Gaziantep University, Turkish Music State Conservatory, 27410, Gaziantep
ORCID: 0000-0002-2463-6607

ÖZET

Amaç: Bu çalışma ortaokul seviyesinde eğitim alan 12-13 yaş grubu öğrencilere Beden Hareketleri ile Ritim Eğitimi uygulamalarının ritim algılama-uygulama becerisi ve reaksiyon zamanına etkisini araştırmak amacıyla yapılmıştır.

Gereç ve Yöntemler: Araştırma, devlet okulunun 6. sınıflarında öğrenim gören 50 öğrenci ile ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel bir desen kullanılarak yürütülmüştür. 8 hafta kontrol grubuna Beden Eğitimi ve Spor ders müfredatı, deney grubuna ise ders müfredatına ek olarak BHR eğitimi uygulanmıştır. Katılımcıların işitsel ritim algılarını belirlemek için ritim algılama-uygulama testi kullanılmıştır. Test iki, üç ve dört zamanlı ritimlerden ve 10 sorudan oluşmaktadır. Katılımcıların görsel ve işitsel reaksiyon zamanlarını belirlemek için ise çevrimiçi testler kullanılmıştır. Verilerin analizleri için IBM SPSS Statistics paket programı kullanılmıştır. Deneysel müdahalenin etkisini değerlendirmek için ön test-son test ölçümleri, zaman ve grup (deney-kontrol) faktörleri açısından karşılaştırmak için 2x2 Karışık Model ANOVA analizi uygulanmıştır. Anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak belirlenmiş, etki büyüklüklerinin değerlendirilmesinde ise Partial Eta Squared (ηp^2) değerleri raporlanmıştır.

Bulgular: Yapılan 2x2 Karışık Model ANOVA analizine göre, deney ve kontrol gruplarının ritim algı-uygulama becerisi, işitsel ve görsel reaksiyon zamanlarındaki değişimlerin etkisinin farklı olduğu görülmüştür. Her iki grubun ritim algısı ön-son test sonuçlarında önemli bir değişim gözlenmiştir. Değişimin etki büyüklüğü orta seviyede olup ($\eta p2=0,169$), deney grubu, kontrol grubuna kıyasla ritim algısında daha fazla gelişim göstermiştir. Ayrıca Zaman x Grup etkileşimi de anlamlıdır ($p=0,004$). İşitsel reaksiyon açısından, her iki grup da anlamlı değişiklikler göstermiş olup, etki büyüklüğü ($\eta p2=0,323$)'dır. Zaman x Grup etkileşimi de anlamlıdır ($p=0,001$). Görsel reaksiyon sürelerinde, zaman ($p=0,673$) ve grup etkisi ($p=0,491$) anlamlı bulunmamıştır. Etki büyüklüğü küçük ($\eta p2=0,003$) olup, her iki grubun görsel

[14] Bu çalışma, Mehmet AKA'nın Gaziantep Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalında yapmış olduğu aynı isimli tezden türetilmiştir.

reaksiyonlarında ön-son teste değerlerinde bir değişim yaşanmadığı, ayrıca, Zaman x Grup etkileşiminin de anlamlı olmadığı (p=0,080) tespit edilmiştir.

Sonuç: Sonuç olarak, uygulanan hareket eğitimi programıyla 12-13 yaş grubu öğrencilerde ritim algısı ve işitsel reaksiyon sürelerinde pozitif yönde anlamlı değişimler gözlenirken, görsel reaksiyon süresindeki değişim anlamlı bulunmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Hareket Eğitimi, Ritim, Beden Eğitimi, Reaksiyon Zamanı

THE EFFECT OF BODY MOVEMENTS WITH RHYTHM TRAINING ON RHYTHM PERCEPTION–APPLICATION SKILLS AND REACTION TIME IN STUDENTS AGED 12–13

ABSTRACT

Purpose: This study aimed to investigate the effects of Body Movements with Rhythm (BHR) training on rhythm perception–application skills and reaction times in middle school students aged 12–13.

Materials and Methods: The research was carried out using a pretest–posttest control group quasi-experimental design with 50 students studying in the 6th grades of a public school. For 8 weeks, the control group followed the Physical Education and Sports course curriculum, while the experimental group received BHR training in addition to the curriculum. A rhythm perception–application test was used to determine the participants' auditory rhythm perception. Online tests administered were used to measure the participants' visual and auditory reaction times. Data analyses were performed using the IBM SPSS Statistics software package. To evaluate the effect of the experimental intervention, pretest–posttest measurements were compared in terms of time and group (experimental–control) factors using a 2×2 Mixed Model ANOVA. The level of significance was set at $p<0.05$, and Partial Eta Squared (ηp^2) values were reported to evaluate effect sizes.

Findings: According to the results of the 2×2 Mixed Model ANOVA, the effects of changes in rhythm perception–application skills, auditory reaction time, and visual reaction time differed between the experimental and control groups. A significant change was observed in the pretest–posttest rhythm perception results of both groups. The effect size of this change was moderate ($\eta p^2=0.169$), and the experimental group showed greater improvement in rhythm perception compared to the control group. In addition, the Time × Group interaction was significant ($p=0.004$). Regarding auditory reaction time, both groups showed significant changes, with an effect size of ($\eta p^2=0.323$). The Time × Group interaction was also significant ($p=0.001$). As for visual reaction time, neither the ,effect of time ($p=0.673$) nor the effect of group ($p=0.491$) was

found to be significant. The effect size was small (ηp^2=0.003), and it was determined that there was no change in the pretest–posttest visual reaction time values of either group. In addition, the Time × Group interaction was not significant (p=0.080).

Conclusion: It was concluded that the applied movement training program is effective in improving rhythm perception and auditory reaction times in students aged 12–13, whereas it did not create a significant difference in visual reaction times.

Keywords: Movement Education, Rhythm, Physical Education, Reaction Time

1. GİRİŞ

İnsan, var olduğu andan itibaren yaşamının her döneminde bir öğrenme ve gelişim sürecinin içinde yer alır. Gelişimi desteklemeyi amaçlayan eğitim, bu sürecin temel unsurlarından biri olarak kabul edilir. Eğitim, bilimsel açıdan bakıldığında, bireyin yaşantıları sonucunda kendi isteğiyle davranışlarında meydana gelen değişim olarak tanımlanabilir. Toplumların gelişmişlik düzeyi ne olursa olsun, eğitimin sürekli bir süreç olduğu ve ilerlemeyi sağlayan temel etkenlerden biri olduğu görülmektedir. Geçmişten günümüze tüm eğitim çabalarının ortak amacı ise bireylerin içinde yaşadıkları topluma daha bilinçli, uyumlu ve donanımlı bireyler olarak katılmalarına katkı sağlamaktır (MEB, 2007)

İnsan bedeni yapısı gereği hareket etmeye uygundur ve hareket, yaşamın doğal bir unsuru olarak kabul edilir. Çocuklar, bu doğal hareketler sayesinde hem bedenlerini daha iyi tanıma fırsatı bulur hem de hareket becerilerini geliştirebilirler. Eğitim süreçleri ise çocuklara bu gelişimi bilinçli bir şekilde destekleyebilecek bilgi ve deneyim ortamı sunarak fiziksel sağlıkla ilgili farkındalıklarını artırır (Muratlı, 2007).

Beden eğitimi, bireyin fiziksel, zihinsel, sosyal ve duygusal yönlerden gelişimini hedefleyen çok yönlü bir eğitim alanıdır. Hareket yoluyla öğrenme temeline dayanan beden eğitimi, öğrencinin hem temel motor becerilerini hem de bilişsel süreçlerini geliştirerek beceri ediniminin gerçekleştiği en etkili ortamı oluşturur.

Hareket eğitimi, çocukların gelişim basamaklarına uygun davranış ve hareket becerilerini kazanmalarını desteklemek amacıyla önceden planlanan bir eğitim sürecidir. Bu süreçte oyun, antrenman ve benzeri uygulamalar kullanılarak motor becerilerin geliştirilmesi ve performansın artırılması hedeflenir. Hareket eğitimi, bireyin gelişim özelliklerine uygun biçimde seçilmiş fiziksel etkinliklerle bütünleşen bir öğrenme yaklaşımı olarak değerlendirilebilir (Mashburn & Pianta, 2006).

Harekete ek olarak ritim eğitimi de çocuğun ruhsal gelişimini desteklemesi açısından önemli bir yere sahiptir. Bu eğitimlerde amaç, belirli hareket kalıplarını öğretmekten çok, çocuğun

stresten uzaklaşmasına ve ruhsal dengesini korumasına yardımcı olmaktır. Ritmik çalışmalar sırasında sağlanan hareket uyumu ve akış içindeki rahatlık, çocuğun bedenini daha doğru kullanmasına katkı sağlar. Ayrıca bu süreç, zihinsel rahatlama ve kendini ifade etme becerisinin gelişmesine de destek olur (Gerek & Açılmış, 2022).

Ritim ve hareketi birleştiren bir yöntem olarak BHR eğitimi; hareketlerin zamanlamasını göstermek için nota sembollerinin ve süre belirteçlerinin kullanımına dayanır. Bazı lokomotor ve manipülatif hareketler sözel ifadelerle tanımlanmıştır. Ardından bu hareketler, notaların süre değerlerinden yararlanılarak sembolik bir yapıya dönüştürülmüştür. Daha sonra her bir beceri, belirli kalıplar hâlinde düzenlenmiş ve ölçülere aktarılmıştır. Bu yaklaşım sayesinde oluşturulan hareket ölçüleri kullanılarak, basit, yaratıcı ve uygulanabilir bir eğitim modeli geliştirilmiştir (Gerek & Açılmış, 2022).

Beceri öğrenimi, bireyin belirli hareketleri doğru, verimli ve kontrollü bir şekilde yapabilmesi için gerekli olan psikomotor süreçleri kapsar. Beden eğitimi dersleri, bu süreçlerin doğal yollarla desteklendiği uygulamalı öğrenme ortamları sunar. Temel hareket becerileri olan yürüme, koşma, sekme, atlama, denge sağlama, fırlatma ve yakalama gibi etkinlikler, daha karmaşık spor becerilerinin temelini oluşturur. Bu temel becerilerin beden eğitimi aracılığıyla erken yaşlarda geliştirilmesi, bireyin ileriki dönemlerde sportif başarıya ulaşmasını kolaylaştırır.

Beceri öğrenimi, tekrar, geri bildirim ve uygulama gibi öğrenme ilkelerine dayanır. Beden eğitimi dersleri, öğrencilerin bu ilkeleri aktif olarak deneyimlediği bir ortam yaratır. Öğrenci hareketi deneyimledikçe hem öğrenir hem de öğrendiklerini somut olarak hisseder.

Bu çalışma, hareket eğitiminin motor ve bilişsel beceriler üzerindeki etkileri göz önünde bulunduran BHR eğitiminin 12–13 yaş grubundaki çocuklarda ritim algılama-uygulama becerisi ile reaksiyon zamanı üzerindeki etkilerini incelemek amacıyla gerçekleştirilmiştir.

2. GEREÇ VE YÖNTEMLER

2.1. Araştırma Tasarımı

Bu araştırma, ön test–son test kontrol gruplu yarı deneysel desenle yürütülmüştür. Katılımcılar rastgele olarak deney ve kontrol gruplarına atanmış, her iki grupta ön test ölçümleri alınmıştır. Deney grubuna araştırmaya özgü müdahale programı uygulanırken, kontrol grubuna herhangi bir müdahale yapılmamıştır. Müdahale sürecinin ardından her iki grupta son test ölçümleri gerçekleştirilmiş ve elde edilen veriler gruplar arası ve zaman içindeki değişimleri karşılaştırmalı olarak incelemek amacıyla analiz edilmiştir.

2.2. Katılımcıların Özellikleri

Araştırmaya ortaöğretim ikinci kademe devlet okulunun 6. sınıf düzeyinde öğrenim gören 12-13 yaş aralığında 25 deney 25 kontrol grubu olmak üzere toplam 50 sağlıklı öğrenci davet edildi. Görme, işitme ve hareket etme özelliğini kısıtlayan herhangi bir patolojisi olan öğrenciler çalışmaya dâhil edilmedi. Katılımcıların 29'u kadın, 21'i Erkek öğrencilerden oluşmaktaydı. Çalışma öncesi Araştırmanın amaçları hakkında bilgi verildi ve her öğrenci velisi bilgilendirilmiş onam formunu doldurup imzaladı.

2.3. Veri Toplama Araçları

Araştırma yarı deneysel bir desen kullanılarak tasarlandığından dolayı veriler ön test-son test sonuçları üzerinden analiz edildi. Deney ve kontrol grubunun işitsel ritim algı düzeylerini belirlemek için araştırmacı tarafından geliştirilen ve üç uzman tarafından onaylan ritim algılama-uygulama testi kullanıldı. Test iki ve dört zamanlı ritim kalıpları ve 10 sorudan oluşmaktadır. Ritim algılama-uygulama testleri sınıf ortamında diz üstü bilgisayar ve James Donkey marka kulaklık kullanılarak yapıldı ve süreç kayıt altına alındı.

2.4. Verilerin Analiz

Araştırma verilerinin analizinde IBM SPSS Statistics paket programı kullanıldı, grafiksel gösterimler ise GraphPad Prism yazılımı aracılığıyla hazırlandı. Verilerin normallik dağılımı Shapiro–Wilk testi ile değerlendirildi ve parametrik test varsayımlarının sağlandığı belirlendi. Deney ve kontrol gruplarının başlangıç düzeylerinin karşılaştırılmasında Bağımsız Örneklem t-Testi yapıldı. Deneysel müdahalenin etkisini incelemek amacıyla zaman (ön test–son test) ve grup (deney–kontrol) faktörlerini içeren 2×2 Karışık Model ANOVA analizi yapıldı; zaman, grup ve zaman×grup etkileşim etkileri ayrı ayrı değerlendirildi. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak belirlendi ve etki büyüklükleri Partial Eta Squared (ηp^2) değerleriyle raporlandı.

3. BULGULAR

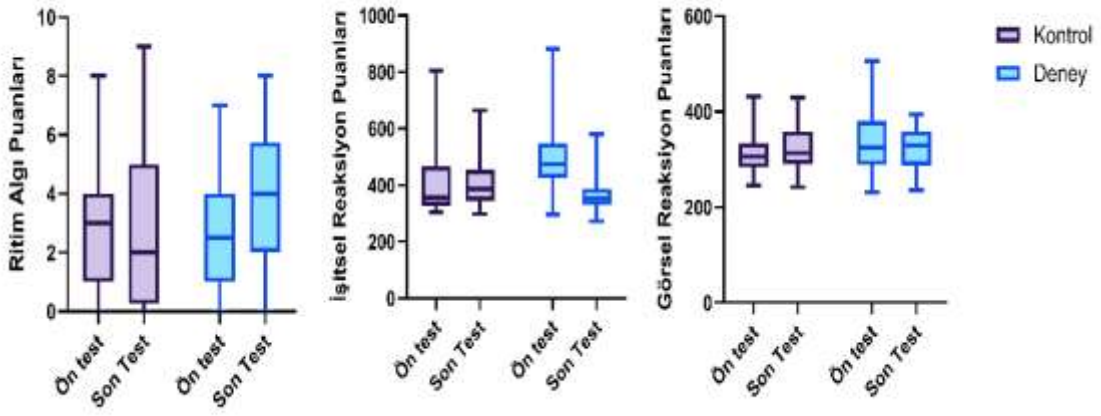
Tablo 3.1. Bağımsız Örneklem T-Testi kullanılarak iki grup (kontrol ve deney) arasında başlangıç değişkenlerinin karşılaştırılması

Değişkenler	Tüm katılımcılar	Kontrol	Deney	p
Ritim Algısı	2,73(2,23)	2,96(2,60)	2,50(1,82)	0,482
İşitsel Reaksiyon	457,35(139,07)	412,29(124,87)	502,42(140,33)	0,053
Görsel Reaksiyon	325,94(58,65)	314,37(48,94)	337,50(66,00)	0,174

Tablo 3.1.'de, bağımsız örneklem t-testi kullanılarak kontrol ve deney gruplarının başlangıç ölçümlerine ilişkin karşılaştırma sonuçları sunuldu. Yapılan analizlerde ritim algısı değişkeni açısından gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmadı (p=0.482) ve başlangıç puanlarının benzer düzeyde olduğu belirlendi. İşitsel reaksiyon zamanı değişkeninde gruplar arası fark anlamlılık sınırına yakın olmakla birlikte istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı (p=0.053). Görsel reaksiyon zamanı açısından da gruplar arasında anlamlı bir fark saptanmadı (p=0.174). Elde edilen bulgular doğrultusunda deney ve kontrol gruplarının müdahale öncesinde istatistiksel olarak benzer ve homojen olduğu belirlendi. Bu durumun araştırmanın iç geçerliliğini desteklediği değerlendirildi

Tablo 3.2. Deney ve kontrol grupları için ön-son test etkileşim etkisini ve grup-zaman ana etkilerini gösteren 2x2 karışık model ANOVA sonuçları

Değişkenler	Kontrol		Deney		Zaman (p)	Grup (p)	ZamanxGrup (p)
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test			
Ritim Algısı	2,95(2,95)	2,96(2,82)	2,50(1,81)	3,87(2,44)	**0,004***	**0,003***	**0,004***
İşitsel Reaksiyon	412,29(124,86)	412,62(96,22)	502,41(140,33)	364,58(63,27)	**0,001***	**0,012***	**0,001***
Görsel Reaksiyon	314,37(48,93)	325,04(48,68)	337,50(65,10)	320,21(45,98)	0,673	0,491	0,080



*p<0,05; Veriler x̄(ss) olarak gösterilmiştir.

Şekil 3.1. Katılımcıların deney ve kontrol grubuna göre ön ve son test performans parametre değişimleri

Yapılan 2×2 Karışık Model ANOVA analizine göre deney ve kontrol gruplarının ritim algısı, işitsel reaksiyon ve görsel reaksiyon değişkenlerindeki değişimlerinin farklılaştığı belirlendi.

Ritim algısı değişkeninde zaman etkisi anlamlı bulundu (p=0,004) ve ön testten son teste her iki grupta da anlamlı bir değişim olduğu saptandı. Zaman etkisine ilişkin etki büyüklüğünün orta düzeyde olduğu belirlendi (ηp^2=0,169). Grup etkisi anlamlı bulundu (p=0,003) ve deney grubunun kontrol grubuna kıyasla daha yüksek bir gelişim gösterdiği belirlendi. Zaman × grup etkileşimi de anlamlı bulundu (p=0,004) ve deney grubunda ritim algısındaki gelişimin daha belirgin olduğu saptandı.

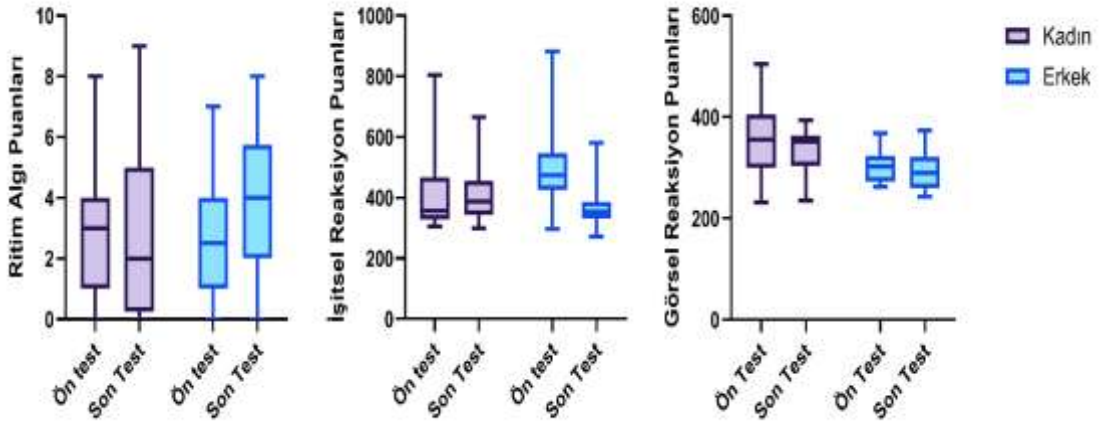
İşitsel reaksiyon değişkeninde zaman etkisi anlamlı bulundu (p=0,001) ve her iki grupta da zamanla anlamlı değişimler olduğu belirlendi. Zaman etkisine ilişkin etki büyüklüğünün büyük düzeyde olduğu saptandı (ηp^2=0,323). Grup etkisi anlamlı bulundu (p=0,012) ve deney grubunun kontrol grubuna göre daha fazla iyileşme gösterdiği belirlendi. Zaman × grup etkileşimi anlamlı bulundu (p=0,001); ancak etkileşime ilişkin etki büyüklüğünün düşük düzeyde olduğu saptandı (ηp^2=0,003).

Görsel reaksiyon değişkeninde zaman etkisi (p=0,673), grup etkisi (p=0,491) ve zaman × grup etkileşimi (p=0,080) anlamlı bulunmadı. Bu bulgular doğrultusunda müdahalenin görsel reaksiyon değişkeni üzerinde anlamlı bir etki oluşturmadığı belirlendi.

Tablo 3.3. Deney grubu katılımcılarının cinsiyet değişkenine göre ön-son test etkileşim etkisini ve grup-zaman ana etkilerini gösteren 2x2 karışık model ANOVA sonuçları

Değişkenler	Kadın		Erkek		Zaman (p)	Grup (p)	ZamanxGrup (p)
	Ön Test	Son Test	Ön Test	Son Test			
Ritim Algısı	2,37(1,89)	3,69(2,442)	2,75(1,75)	4,25(2,55)	**,001***	,595	,804
İşitsel Reaksiyon	515,188(168,276)	369,56(67,68)	476,88(53,95)	354,63(56,31)	**,001***	,507	,668
Görsel Reaksiyon	355,19(71,58)	333,19(43,53)	302,13(34,45)	294,25(41,61)	,275	**,024***	,602

* p<0,05; Veriler x̄(ss) olarak gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Deney grubu katılımcılarının cinsiyet değişkenine göre ön ve son test performans parametre değişimleri

Tablo 3.3.'te, deney grubunda yer alan kadın ve erkek katılımcıların ritim algısı, işitsel reaksiyon ve görsel reaksiyon değişkenlerine ilişkin ön test–son test puan ortalamaları ile 2×2 Karışık Model ANOVA sonuçları sunuldu. Analizler, deneysel müdahalenin etkisinin cinsiyete göre farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek amacıyla yapıldı.

Ritim algısı değişkeninde zaman ana etkisi anlamlı bulundu (p=.001) ve hem kadın hem erkek katılımcılarda ön testten son teste anlamlı bir artış olduğu belirlendi. Grup (cinsiyet) ana etkisi (p=.595) ve zaman × grup etkileşimi (p=.804) anlamlı bulunmadı. Bu bulgular doğrultusunda ritim algısındaki gelişimin her iki cinsiyette benzer düzeyde gerçekleştiği belirlendi.

İşitsel reaksiyon değişkeninde zaman ana etkisi anlamlı bulundu (p=.001) ve her iki cinsiyette de işitsel reaksiyon sürelerinde anlamlı bir iyileşme olduğu saptandı. Grup ana etkisi (p=.507) ve zaman × grup etkileşimi (p=.668) anlamlı bulunmadı. Bu durum, işitsel reaksiyondaki gelişimin cinsiyetten bağımsız olduğu şeklinde değerlendirildi.

Görsel reaksiyon değişkeninde zaman ana etkisi anlamlı bulunmadı (p=.275). Buna karşın grup ana etkisi anlamlı bulundu (p=.024) ve erkek katılımcıların kadın katılımcılara göre daha kısa görsel reaksiyon sürelerine sahip olduğu belirlendi. Zaman × grup etkileşimi anlamlı bulunmadı (p=.602). Bu bulgular doğrultusunda cinsiyetin görsel reaksiyon performansında belirleyici olduğu, ancak müdahale programının görsel reaksiyon üzerinde anlamlı bir etki oluşturmadığı sonucuna varıldı.

4. TARTIŞMA-SONUÇ

Araştırmada, 12–13 yaş grubu çocuklara uygulanan BHR eğitiminin ritim algısı ve reaksiyon zamanına etkilerine ilişkin bulgular, alan yazındaki benzer çalışmalarla karşılaştırılarak tartışıldı. Elde edilen sonuçlar, BHR uygulamasının öğrencilerin ritim algısı ile işitsel uyarana

verilen reaksiyon süresinde istatistiksel olarak anlamlı iyileşmelerle ilişkilendiğini; buna karşılık, **bu çalışmada izlenen uygulama yöntemi ve süresi çerçevesinde** görsel reaksiyon ölçümlerinde anlamlı bir değişim olmadığı görüldü. Bulgular genel olarak, ritim temelli hareket çalışmalarının ritim algısı ve tepki sürecinde olumlu katkı verebileceğine işaret ederken, görsel uyarıcılara dayalı tepki süresindeki değişimin ise **bu araştırmanın yöntemi, uygulama biçimi ve süresi bağlamında** sınırlı kaldığı görüldü. Aşağıda, bu bulgular literatürde yer alan çalışmalarla karşılaştırılarak ayrıntılı biçimde tartışıldı.

Araştırmada ritim eğitimi alan öğrencilerin ritim algısı puanlarında anlamlı gelişme görüldü. Bu bulgu, ritim ve hareket temelli etkinliklerin çocukların bilişsel ve motor süreçlerini desteklediğini gösteren çok sayıda çalışmayla uyumludur.

Lau ve Grieshaber (2018) tarafından gerçekleştirilen araştırmada, müzik, hareket ve yaratıcılığı bütünleştiren okul öncesi eğitim uygulamalarının, çocukların çok yönlü öğrenme süreçlerine katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır (Lau & Grieshaber, 2018).

Groebert (1998), öğrenci merkezli spor, oyun ve hareket eğitimi uygulamalarının, çocukların **kendilerine özgü hareket ritimlerinin belirlenmesinde** etkili olduğunu belirtmiştir. Araştırmada, her çocuğun farklı bir hareket temposuna sahip olduğu ve bu ritmin çocuğun bireysel hareket ihtiyacına bağlı olarak şekillendiği vurgulanmıştır (Groebert, 1998).

Tekiner ve arkadaşları (2004), **müzik eğitimi dersinde verilen ritim eğitiminin ritim becerilerinin öğrenimi üzerindeki etkisini** incelemişlerdir. Araştırmada, hem müzik hem de beden eğitimi derslerinde **metronom eşliğinde ritim eğitimi** uygulanan öğrenciler ile yalnızca beden eğitimi dersinde ritim eğitimi alan öğrenciler karşılaştırılmıştır. Sonuçlar, **metronom destekli ritim eğitimi alan grubun başarı puanlarının anlamlı biçimde daha yüksek olduğunu** göstermiştir (Tekiner et al., 2002)

Gerek ve Katkat'ın (2004) elit sporcular ve sedanter bireyler üzerinde yaptığı araştırmada, iki grup arasında **ritim algısı** açısından anlamlı bir farklılık belirlenmiştir. Araştırmada, bazı spor branşlarında ritmik devinimlerin çeşitliliğinin sporcuların ritim algısının gelişmişlik düzeyini etkilediği, dolayısıyla ritmik becerilerin sportif performansın önemli bir bileşeni olabileceği ifade edilmiştir. Ayrıca, antrenman programlarının ritmik hareketlere dayalı biçimde hazırlanmasının, sporcunun fiziksel ve fizyolojik uyumuna önemli katkılar sağlayabileceği vurgulanmıştır (Gerek & Katkat, 2004)

Yukarıda sunulan çalışmalar, farklı yaş grupları ve eğitim düzeylerinde yürütülmüş olup ritim–hareket ilişkisinin çok boyutlu etkilerini ortaya koymaktadır. Bu araştırmaların ortak bulguları, ritim temelli uygulamaların ritim algısını geliştirdiğini; motor performans, bilişsel süreçler ve

sosyal beceriler üzerinde anlamlı katkılar sağladığını göstermektedir. Bununla birlikte alan yazında, ritmin sportif performansla ilişkisini inceleyen ve çeşitli spor branşlarında hareket verimliliğini artırmaya yönelik çalışmaların da yer aldığı görülmektedir

Yıldırım ve arkadaşları (2024), Nefesteki değişim: Ritim eğitimi temelli uygulamaların etkisi adlı çalışmada, **ritim eğitimi uygulamalarının sporcularda nefes değerleri üzerindeki etkisini** incelemişlerdir. Altı katılımcı ile 14 hafta süren çalışmada, ritim temelli nefes egzersizleri uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar, **ritim eğitimi uygulamalarının sporcuların nefes kapasitesi ve kontrolü üzerinde anlamlı bir gelişme sağladığını** göstermiştir. Araştırmacılar bu bulgunun, ritim eğitiminin sportif performansın temel unsurlarından biri olarak **antrenman programlarına entegre edilmesi gerektiğini** savunmaktadır (Yıldırım et al., 2024)

Atılgan, **2003 yılında yazdığı "Ritim Eğitiminin Kompleks Cimnastik Beceri Öğrenimi ve Motor Özellikler Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi"** adlı çalışmasında, cimnastik becerilerinin öğretiminde ritimle öğretim yöntemlerinin etkisini incelemiştir. Yaşları 18–26 arasında değişen, cimnastik ve müzik deneyimi bulunmayan 25 erkek öğrenci (13 deney, 12 kontrol) sekiz hafta boyunca haftada üç gün ders programına katılmıştır. Grupların içerikleri aynı tutulmuş, ancak **deney grubuna ek olarak ritim temelli öğretim yöntemi** uygulanmıştır. Analizler sonucunda, deney grubunda **seri hareketler ve seri ritim teknik değerlendirme puanlarında anlamlı artış ($p<0.001$)** görülmüş, kontrol grubunda da daha sınırlı düzeyde ($p<0.05$) gelişim saptanmıştır. Bulgular, **ritim yeteneğinin geliştirilmesinin cimnastikte hareketlerin doğru ve teknik açıdan etkili sunumunu desteklediğini** göstermiştir (Erkut Atılgan, 2003)

Sportif performans açısından değerlendirildiğinde ritim, hem teknik becerilerin uygulanışında hem de hızlı tepki gerektiren durumlarda performansın sürekliliğini destekleyebilecek bir düzenleyici rol üstlenmektedir. Ritmik uyaranlarla yapılan çalışmaların koordinasyonu, seri hareket akışını ve hareketler arası geçişleri kolaylaştırabileceği; bunun da hareket ekonomisini artırarak performansı olumlu yönde etkileyebileceği yukarıdaki araştırmalarla ortaya konmaktadır. Hem çocuklarla yapılan hareket eğitimi çalışmaları hem de farklı spor branşlarında yürütülen araştırmalar, ritmin performansa yansımasının teknik beceri, hız, akıcılık ve reaksiyon becerisi gibi çok boyutlu çıktılara sahip olabileceğini göstermektedir.

Polat ve arkadaşları(2023) tarafından, ritimle desteklenen temel hareket becerileri eğitiminin işitsel reaksiyon süresi ve koordinasyon üzerindeki etkisi incelenmiştir. Spor bilimleri fakültesine kayıtlı 22 öğrenci sekiz hafta boyunca haftada iki gün, 60 dakikalık temel hareket

eğitimi programına katılmıştır. Katılımcılar deney (n=11) ve kontrol (n=11) gruplarına ayrılmış, deney grubuna hareketler ritim eşliğinde uygulanmıştır. Sonuçta, her iki grupta da işitsel reaksiyon süresinde anlamlı gelişme olduğunu, ancak bu gelişmede ritim desteğinin belirleyici bir etkisinin bulunmadığını göstermiştir. Buna karşın, ritim eşliğinde gerçekleştirilen hareket eğitiminin koordinasyon becerilerinde anlamlı düzeyde gelişim sağladığı ($p<0.05$) belirlenmiştir (Çimen Polat et al., 2023)

Polat ve arkadaşlarının (2023) çalışmasında ritim desteğinin işitsel reaksiyon süresi üzerinde belirleyici olmadığı belirtilmiştir. Bu durum, araştırmalardaki örneklem özelliklerinin, uygulama içeriklerinin ve müdahale yoğunluklarının farklılığından kaynaklanıyor olabilir. Çalışma grubumuzun gelişimsel olarak işitsel uyaranlara daha duyarlı bir dönemde olmaları (Tierney et al., 2015) nedeniyle ritim eğitiminin tepki hızına daha güçlü yansımasına katkı sağlamış olabilir. Ayrıca bizim uygulamamızda ritim uyaranı doğrudan bir hareket eğitimi modeli olarak uygulanırken, Polat ve ark. çalışmasında ritim daha çok koordinasyona yönelik destekleyici bir unsur olarak kullanılmıştır. Bu nedenle ritmin reaksiyon süresine etkisi sınırlı kalmış olabilir. Başlangıç düzeylerinin yüksek olması da yetişkin grupta gelişimi kısıtlamış olabileceği (Ishihara et al., 2020) için iki çalışma arasındaki farklılık doğal görünmektedir.

Halk oyunları temelli çalışmaların ritim ve motor performans üzerindeki etkilerini inceleyen araştırmalar, ritim algısının gelişimine önemli katkılar sağlandığını göstermektedir. Nitekim 15–18 yaş aralığındaki öğrencilerle yürütülen bir çalışmada, halk oyunlarına katılan grubun ritim testlerinde **deney öncesi ve sonrası arasında anlamlı gelişim** gösterdiği bildirilmiştir. Buna karşın, aynı çalışma tahmini, görsel ve işitsel reaksiyon zamanı ölçümlerinde **anlamlı bir değişim elde etmemiştir (Alp, 2010).**

Bu çalışma ritim algısındaki gelişmeyi desteklemekle birlikte, halk oyunlarına ilişkin araştırmada reaksiyon sürelerinde anlamlı bir değişim görülmemesi iki çalışma arasındaki bazı farklılıklara bağlı olabilir. Uygulanan yöntemler, ritmik uyaranın niteliği ve yaş gruplarının gelişim özellikleri, ritmin tepki süresine yansımasını etkilemiş olabilir.

Öte yandan sekiz hafta boyunca haftada dört gün uygulanan halk oyunu çalışmalarının 9–11 yaş grubu kız çocuklarında reaksiyon zamanı üzerindeki etkisini inceleyen araştırmada, 18 öğrenciye görsel, işitsel ve görsel–işitsel reaksiyon testleri uygulanmıştır. Ön test–son test karşılaştırmaları sonucunda, **işitsel** ve **görsel–işitsel** testlerde uçuş zamanı, yükseklik ve reaksiyon zamanı değişkenlerinde **anlamlı gelişmeler** görülmüş; buna karşın **görsel reaksiyon süresinde anlamlı bir değişim** belirlenmemiştir (Algün Doğu & Erikoğlu Örer, 2016). Bu çalışma örneklem grubunun yaş aralığı, uygulama süresi ve ölçüm yöntemleri bakımından

çalışmamızla benzerlikler göstermektedir. Sonuçların örtüşmesi araştırma bulgularımızı anlamlı kılmaktadır.

Yukarıdaki alan yazın incelendiğinde, reaksiyon zamanının yaş, deneyim, uygulama içeriği ve kullanılan yöntem gibi birçok etkene bağlı olarak değişebildiği görülmektedir. Bu durum, reaksiyon süresinin tek bir faktörle açıklanamayacağını; verilen eğitimin biçimi ve yapısıyla birlikte şekillendiğini düşündürmektedir.

Sonuç olarak, 12–13 yaş grubu çocuklarda beden hareketleriyle ritim eğitimi yönteminin ritim algısı ve reaksiyon zamanı üzerindeki etkileri incelendi. Uygulama süreci sonunda, öğrencilerin ritim algısında belirgin bir gelişme görüldü. İşitsel reaksiyon sürelerindeki gelişme anlamlı bulunurken görsel reaksiyon sürelerinde anlamlı bir değişim görülmedi.

KAYNAKLAR

Algün Doğu, G., & Erikoğlu Örer, G. (2016). Halk Oyunları Çalışmalarının Kız Çocuklarda Reaksiyon Zamanı Üzerine Etkisi. *İnönü Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, *3*(3), 41-47. http://dergipark.ulakbim.gov.tr/inubesyo

Alp, M. Z. (2010). *Halk Oyunlarının Ritim Duygusu, Vücut Kompozisyonu ve Reaksiyon Zamanının Gelişimi Üzerine Etkisi* [Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü]. Sakarya.

Çimen Polat, S., Çağın, M., Çamlibel, T., & Orhan, Ö. (2023). The Effect of Fundamental Movement Skills Education with Rhythm on Auditory Reaction and Coordination Parameters. *Annals of Applied Sport Science, 11*. https://doi.org/10.61186/aassjournal.1289

Erkut Atılgan, A. O. (2003). *Ritim eğitiminin kompleks cimnastik beceri öğrenimi ve motor özellikler üzerine etkisinin değerlendirilmesi* Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı]. İstanbul.

Gerek, Z., & Açılmış, H. (2022). *Beden Hareketleriyle Ritim Eğitimi (BHR) Yöntemi* (1 ed.). Gazi Kitabevi.

Gerek, Z., & Katkat, D. (2004). *Elit Sporcuların ve Sedanterlerin Ritim Algıları Bakımından Karşılaştırılması* 8. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi, Ankara.

Groebert, D. (1998). Kinder Finden Ihren Eigenen Rhythmus. *Sportpädagogik, 4*, 27-29.

Ishihara, T., Drollette, E. S., Ludyga, S., Hillman, C. H., & Kamijo, K. (2020). Baseline Cognitive Performance Moderates the Effects of Physical Activity on Executive Functions in Children. *Journal of Clinical Medicine, 9*(7).

Lau, W. C. M., & Grieshaber, S. (2018). School-based integrated curriculum: An integrated music approach in one Hong Kong kindergarten. *British Journal of Music Education, 35*(2), 133-152. https://doi.org/10.1017/S0265051717000250

Mashburn, A. J., & Pianta, R. C. (2006). Social relationships and school readiness. *Early Education and Development, 17*(1), 151-176.

MEB. (2007). *Çocuk gelişimi ve eğitimi: Psiko-motor gelişim*. MEGEP (Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi).

Muratlı, S. (2007). *Antrenman Bilimi Yaklaşımıyla Çocuk ve Spor* (2 ed.). Nobel Yayın Dağıtım.

Tekiner, T., Altay, F., & Demirhan, G. (2002). *Müzik Eğitimi Dersinde Verilen Ritim Eğitiminin Ritim Becerilerinin Öğrenimi Üzerine Etkisi* 7. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi, Antalya.

Tierney, A. T., Krizman, J., & Kraus, N. (2015). Music training alters the course of adolescent auditory development. *Proc Natl Acad Sci U S A, 112*(32), 10062-10067. https://doi.org/10.1073/pnas.1505114112

Yıldırım, H., Ayyıldız Durhan, T., Gökyürek, B., Kılıçarslan, F., Baydar Arıcan, H. Ö., & Kaya, D. G. (2024). Nefesteki değişim: Ritim eğitimi temelli uygulamaların etkisi *Journal of Human Sciences, 21*(4), 349.

DEPREM BÖLGESİNDE YAŞAYAN DİYABETLİ BİREYLERDE FANTOM DEPREM HİSSİ VE TAKINTISI İLE HASTALIK ÖZ YÖNETİMİ ARASINDAKİ İLİŞKİ

Esra KEŞER
Osmaniye Korkut Ata University, Health Services Vocational School, Medical Services and Techniques, 80000 Fakiusagı, Osmaniye
ORCID: 0000-0003-4392-5620
Ulviye ÖZCAN YÜCE
Osmaniye Korkut Ata University, Faculty of Health Science, Department of Nursing, 80000 Fakiusagı, Osmaniye
ORCID: 0000-0002-7389-7803
Derya ATİK
Osmaniye Korkut Ata University, Faculty of Health Science, Department of Nursing, 80000 Fakiusagı, Osmaniye
ORCID: 0000-0002-8497-0105
Cengiz ÖZTÜRK
Osmaniye Korkut Ata University, Faculty of Health Science, Department of Nursing, 80000 Fakiusagı, Osmaniye
ORCID: 0009-0000-2823-9935

ÖZET

Bu araştırmanın amacı deprem bölgesinde yaşayan diyabetli bireylerde fantom deprem hissi ve takıntısı ile hastalık öz yönetimi arasındaki ilişkiyi incelemektir. Araştırma tanımlayıcı ve ilişki arayıcı niteliktedir. Araştırmanın verileri Temmuz 2025- Eylül 2025 tarihleri arasında Akdeniz bölgesinde bulunan bir devlet hastanesinin dahiliye polikliniğinde toplandı. Araştırmada, Tanıtıcı Bilgi Formu, Deprem Takıntısı Ölçeği ve Tip II Diyabet Öz Yönetim Ölçeği kullanıldı. Araştırmaya en az altı aydır Tip II Diyabet tanısı alan, 18 yaş üstü ve 65 yaş altı olan, iletişim sorunu olmayan, gebe olmayan, araştırmaya katılmaya gönüllü olan bireyler alındı. Araştırma kapsamındaki bireylerin %64,5'inin kadın olduğu, yaş ortalamalarının 56,82±8,003 yıl olduğu, tip II diyabet tanı süresi ortalamalarının 10,60±7,43 yıl olduğu, HbA1c düzeyleri ortalamalarının %7,49±1,68 olduğu bulundu. Bu bireylerin depremle ilgili özelliklerinde %95,2'sinin daha önce de deprem yaşadığı, %96,4'ünün 6 Şubat depreminde kendisinin ve çekirdek ailesinin etkinlendiği, % 71,5'inin 6 Şubat depreminden sonra tekrar kendi evinde kaldığı ve % 49,7'sinin hala deprem benzeri hissi yaşadıkları tespit edildi. Araştırmadaki bireylerin Deprem Takıntısı Ölçeği toplam puan ortalamasının 32,89±17,09 ve Tip II Diyabet Öz Yönetim Ölçeği toplam puan ortalamasının 56,01±11,68 olduğu bulundu. Deprem Takıntısı Ölçeği ve Tip II Diyabet Öz Yönetim Ölçeği arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığı tespit edildi ($p>0,05$).

Anahtar Kelimeler: Diyabet, fantom deprem hissi, deprem takıntısı, öz yönetim, hemşirelik

THE RELATIONSHIP BETWEEN PHANTOM EARTHQUAKE SENSATION AND OBSESSION, AND DISEASE SELF-MANAGEMENT IN DIABETIC INDIVIDUALS LIVING IN AN EARTHQUAKE ZONE

ABSTRACT

The aim of this study is to examine the relationship between phantom earthquake sensation and obsession, and disease self-management in diabetic individuals living in earthquake zones. The study is descriptive and correlational. Data were collected between July 2025 and September 2025 at the internal medicine outpatient clinic of a state hospital in the Mediterranean region. The Demographic Information Form, the Earthquake Obsession Scale, and the Type II Diabetes Self-Management Scale were used in the study. Individuals who had been diagnosed with Type II Diabetes for at least six months, were between 18 and 65 years of age, had no communication problems, were not pregnant, and volunteered to participate in the study were included. It was found that 64.5% of the individuals in the study were female, their average age was 56.82±8.003 years, their average duration of diagnosis was 10.60±7.43 years, and their average HbA1c levels were 7.49±1.68%. Regarding the earthquake-related characteristics of these individuals, it was determined that 95.2% had experienced an earthquake before, 96.4% had been affected themselves and their nuclear family during the February 6th earthquake, 71.5% had returned to their homes after the February 6th earthquake, and 49.7% still experienced earthquake-like sensations. The mean total score on the Earthquake Obsession Scale was found to be 32.89±17.09, and the mean total score on the Type II Diabetes Self-Management Scale was 56.01±11.68. No statistically significant relationship was found between the Earthquake Obsession Scale and the Type II Diabetes Self-Management Scale ($p>0.05$)

Keywords: Diabetes, phantom earthquake sensation, earthquake obsession, self-management, nursing

MACHINE LEARNING APPROACHES FOR PREDICTING ENDOMETRIOSIS OVARIAN CYST AND RISK ASSESSMENT IN USING CLINICAL AND BIOMARKER - IL6

Tasdemir RABIA
University of Medicine and Pharmacy "Victor Babes" Timisoara, Romania
Marina Adriana MERCIONI
University of Medicine and Pharmacy "Victor Babes" Timisoara, Romania
Politehnica University Timisoara, Romania
Samfireag MIRUNA
University of Medicine and Pharmacy "Victor Babes" Timisoara, Romania
Suciu OANA
University of Medicine and Pharmacy "Victor Babes" Timisoara, Romania
Petre IZABELLA
University of Medicine and Pharmacy "Victor Babes" Timisoara, Romania
Petre ION
University of Medicine and Pharmacy "Victor Babes" Timisoara, Romania

ABSTRACT

Introduction: Endometriosis is an inflammatory condition characterized by pain and infertility that affects 10% of women of reproductive age. Noninvasive diagnostic biomarkers have remained elusive1, resulting in an estimated seven-year delay from symptom onset to surgical diagnosis. Although the revised American Society for Reproductive Medicine staging, which is based on the location and size of superficial and deep lesions and the extent/location of adhesions, is used clinically to describe the stage of the disease, this classification does not correlate with symptoms of pain or infertility.

Material and methods: This study utilizes a retrospective analytical design, focusing on clinical and biomarker data from women diagnosed with endometriosis. The objective is to create and

assess ML models that can predict ovarian cyst volume as a continuous outcome and classify risk categories, such as distinguishing between low and high risk for cyst progression or severe stages. The data analysis employs a supervised ML solution that integrates both regression and classification algorithms. The statistical analysis was performed by the Jasp software (version 0.17.1).

Results and discussion: The role of IL-6 in the pathogenesis of endometriosis has been extensively studied, but the levels of IL-6 detected in both peritoneal fluid and serum of patients with endometriosis have been inconsistent. Tumor necrosis factor α is secreted by activated macrophages and has potent inflammatory, cytotoxic, and angiogenic effects. Recent advances in artificial intelligence and Machine Learning have demonstrated significant potential for medical data processing. ML algorithms can model complicated nonlinear interactions, detect

hidden patterns, and offer personalized risk predictions. By using longitudinal and multidimensional data, such as biomarker levels over time, ML models can assist physicians in forecasting cyst growth, evaluating disease risk, and optimizing endometriosis therapy regimens.

Conclusions: In Romania, it is estimated that there are 500,000 patients with endometriosis. The 53 main symptoms include pain, with 70% of patients experiencing chronic pelvic pain due 54 to endometriosis, and infertility, as 50% of infertile patients are affected by this condition. 55 Diagnosis is challenging, with studies indicating a 7–10-year delay. Additionally, 47% of 56 patients require visits to more than five doctors over time before receiving a diagnosis.

Key words: ovarian cyst, endometriosis, Machine Learning

AİLE İÇİ ŞİDDETE KÜLTÜREL BAKIŞ

Zeliha KAYA ERTEN
Nuh Naci Yazgan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü Halk Sağlığı Hemşireliği / Kocasinan /KAYSERİ
ORCID: 0000-0003-1229-7350
Evrim BAYRAKTAR
Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Kadın Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı /Melikgazi/Kayseri
ORCID: 0000-0002-2914-197X

ÖZET

Aile içi şiddet, tüm dünyada toplumların sosyal, kültürel ve ekonomik yapısını etkileyen en önemli halk sağlığı sorunlarından biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Şiddet insanlık tarihi boyunca ortaya çıkan evrensel bir sorun olup fiziksel, psikolojik, cinsel, ekonomik ve sözel boyutlarıyla bireylerin sağlığını ciddi biçimde tehdit etmektedir. Dünya Sağlık Örgütünün güncel verilerine göre yılda 4,4 milyon kişi şiddet nedeniyle yaşamını kaybetmektedir. Şiddetin toplumda en sık görülen şekli ise aile içi şiddettir. Ataerkil yapının baskın olduğu toplumlarda erkeklik, güç ve otoriteyle ilişkilendirilmekte; namus, itaat ve geleneksel roller üzerinden kadın ve çocuk üzerinde kontrol mekanizmaları kurulmaktadır. Kültürel normlar, ataerkil yapılar, güç ilişkileri ve toplumsal roller şiddetin ortaya çıkışında önemli belirleyicilerdir. Şiddetin kuşaklar arası aktarımı da kültürel etmenlerle ve sosyal öğrenme (çocuklukta şiddete maruz kalan veya tanık olan bireylerin yetişkinlikte şiddet uygulama olasılıklarının artması) ile gerçekleşmektedir. Kadına yönelik aile içi şiddetin yaygınlığı hem dünya çapında hem de Türkiye'de ciddi oranlardadır. Kadınlar fiziksel yaralanma, cinsel şiddet, psikolojik travmalar, istenmeyen gebelikler ve cinsel yolla bulaşan enfeksiyonlar gibi çok yönlü sağlık sorunları yaşamaktadır. Çocuğa yönelik şiddet ise fiziksel, duygusal ve cinsel istismar biçiminde ortaya çıkmakta; duygusal şiddetin etkileri uzun yıllar devam etmektedir. Cinsel istismar mağduru çocuklarda depresyon, davranış bozuklukları ve kişilik problemleri sık görülmektedir. Kültürün şiddeti kolaylaştırıcı ve normalleştirici yönü literatürde yoğun olarak geçmektedir. Gelenekler, toplumsal roller ve namus kavramı şiddetin meşrulaşmasına zemin hazırlayabilmektedir. Aile içi şiddetin tespiti ise çoğu zaman utanç, korku ve toplumsal tepkiler nedeniyle zorlaşmaktadır. Aile içi şiddetin önlenmesi, yalnızca bireysel müdahalelerle değil; kültürel algıların dönüştürülmesi, sağlık profesyonellerinin farkındalığının artırılması ve toplum temelli programların güçlendirilmesiyle mümkündür. Bu nedenle aile içi şiddete karşı kültürel bağlamı dikkate alan, bütüncül ve sürdürülebilir yaklaşımlar gereklidir.

Anahtar Kelimeler: Aile içi şiddet; kültür; kadın; çocuk

ABSTRACT

Domestic violence is one of the most significant public health problems affecting the social, cultural, and economic structures of societies worldwide. Violence is a universal problem that has emerged throughout human history and seriously threatens the health of individuals with its physical, psychological, sexual, economic, and verbal dimensions. According to current data from the World Health Organization, 4.4 million people lose their lives annually due to violence. Domestic violence is the most common form of violence in society. In societies dominated by patriarchal structures, masculinity is associated with power and authority, and mechanisms of control over women and children are established through honor, obedience, and traditional roles. Cultural norms, patriarchal structures, power relations, and societal roles are important determinants of the emergence of violence. The intergenerational transmission of violence also occurs through cultural factors and social learning (individuals who are exposed to or witness violence in childhood are more likely to perpetrate violence in adulthood). The prevalence of domestic violence against women is significant both globally and in Turkey. Women experience multifaceted health problems, including physical injuries, sexual violence, psychological trauma, unwanted pregnancies, and sexually transmitted infections. Violence against children manifests in the form of physical, emotional, and sexual abuse; the effects of emotional violence persist for many years. Depression, behavioral disorders, and personality problems are common in children who are victims of sexual abuse. The literature extensively discusses the role of culture in facilitating and normalizing violence. Traditions, social roles, and the concept of honor can pave the way for the legitimization of violence. Identifying domestic violence is often hampered by shame, fear, and social reactions. Preventing domestic violence is possible not only through individual interventions but also by transforming cultural perceptions, raising the awareness of health professionals, and strengthening community-based programs. Therefore, holistic and sustainable approaches to domestic violence that take the cultural context into account are necessary.

Keywords: Domestic violence; culture; women; children

KÜLTÜREL YAPI İNFERTİL KADINLARDA CİNSELLİK VE EVLİLİK UYUMUNU ETKİLER Mİ?

Evrim BAYRAKTAR
Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Kadın Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı /Melikgazi/Kayseri
ORCID: 0000-0002-2914-197X
Zeliha KAYA ERTEN
Nuh Naci Yazgan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü Halk Sağlığı Hemşireliği / Kocasinan /KAYSERİ
ORCID: 0000-0003-1229-7350
Semih ULUDAĞ
Kayseri Memorial Hastanesi Kadın Sağlığı ve Hastalıkları İnfetilite Depatmanı 38010, KAYSERİ/TURKEY
ORCID: 0000-0001-8682-8420

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, infertil kadınlarda kültürel yapının cinsellik ve evlilik uyumu üzerindeki etkisini karma yöntem yaklaşımıyla incelemektir. İnfertilite sürecinin kadınların duygusal, sosyal ve kültürel deneyimlerini nasıl şekillendirdiği ve bu deneyimlerin cinsel yaşam ile evlilik ilişkilerine yansımaları değerlendirilmiştir.Araştırmanın nicel boyutu, bir üniversite ve özel hastanenin infertilite merkezlerine başvuran 178 infertil kadın ile yürütülmüştür. Veriler, araştırmacılar tarafından oluşturulan Hasta Bilgi Formu, Yenilenmiş Çift Uyum Ölçeği (YÇUÖ), Kadınlarda Cinsel Yaşam Kalitesi Ölçeği (CYKÖ-K) ve Çok Boyutlu Algılanan Sosyal Destek Ölçeği (ÇBASDÖ) ile toplanmıştır. Veriler normal dağılmadığı için non-parametrik testler kullanılmış; iki grup karşılaştırmalarında Mann-Whitney U, çoklu grup karşılaştırmalarında Kruskal-Wallis testi uygulanmış, ölçekler arası ilişkiler Spearman korelasyonu ile değerlendirilmiştir. Nitel boyutta, infertiliteye ilişkin kültürel baskıları ve kişisel deneyimleri derinlemesine anlamak amacıyla 6 kadın ile yarı yapılandırılmış derinlemesine görüşmeler yapılmış ve içerik analizi kullanılmıştır. Katılımcıların CYKÖ-K puan ortalaması 31.33±6.57, YÇUÖ puanı 48.88±5.37 ve ÇBASDÖ puanı 41.49±15.21 bulunmuştur. Eğitim düzeyi arttıkça CYKÖ-K puanlarının anlamlı biçimde yükseldiği saptanmıştır ($p=0.036$). Evlilik süresi üç yılın altında olan kadınların ve infertilite süresi üç yıl ve altında olanların CYKÖ-K puanları anlamlı biçimde daha düşüktür ($p<0.001$). YÇUÖ ve ÇBASDÖ puanları ile temel sosyodemografik ve infertilite özellikleri arasında anlamlı ilişki saptanmamıştır. Nitel bulgular, infertilitenin kadınlarda yoğun üzüntü, yetersizlik hissi ve sosyal izolasyona yol açtığını; aile, akraba ve toplumdan gelen “çocuk sahibi olma” baskısının çift ilişkisinde çatışma, boşanma korkusu ve cinsel istekte azalma ile birleşerek evlilik uyumunu olumsuz etkilediğini göstermiştir. Kültürel yapı, infertil kadınların cinsel

yaşamını, evlilik uyumunu ve psikososyal iyilik halini belirgin biçimde etkilemektedir. İnfertil çiftlerle çalışan sağlık profesyonellerinin, kültürel baskıyı gözeten bütüncül bir yaklaşımla psikososyal değerlendirme ve danışmanlık sunması, çift uyumunu ve cinsel yaşam kalitesini destekleyecek müdahaleler planlaması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler : Kısırlık; kültür; cinsellik; evlilik uyumu

ABSTRACT

The aim of this study is to examine the influence of cultural structure on sexuality and marital adjustment among infertile women using a mixed-methods approach. The research evaluates how the infertility process shapes women's emotional, social, and cultural experiences, and how these experiences are reflected in their sexual lives and marital relationships.

The quantitative phase was conducted with 178 infertile women who applied to a university hospital and a private hospital infertility center. Data were collected using the Patient Information Form, the Revised Dyadic Adjustment Scale (RDAS), the Sexual Quality of Life–Female Scale (SQOL-F), and the Multidimensional Scale of Perceived Social Support (MSPSS). Since the data were not normally distributed, non-parametric tests were used; the Mann–Whitney U test was applied for two-group comparisons, while the Kruskal–Wallis test was used for multi-group comparisons. Correlations between scales were analyzed using Spearman's correlation coefficient.

In the qualitative phase, semi-structured in-depth interviews were conducted with six women to explore cultural pressures and personal experiences regarding infertility. Data were analyzed using content analysis.

Participants' mean scores were as follows: SQOL-F: 31.33±6.57, RDAS: 48.88±5.37, and MSPSS: 41.49±15.21. Higher education levels were associated with significantly higher SQOL-F scores ($p=0.036$). Women with a marriage duration of less than three years and those experiencing infertility for three years or less had significantly lower SQOL-F scores ($p<0.001$). No significant relationships were found between RDAS and MSPSS scores and basic sociodemographic or infertility characteristics.

Qualitative findings revealed that infertility leads to intense sadness, feelings of inadequacy, and social isolation among women. Pressure from family, relatives, and society regarding "having a child" negatively affects marital adjustment by contributing to relationship conflicts, fear of divorce, and decreased sexual desire.

Cultural structure strongly influences infertile women's sexual life, marital adjustment, and psychosocial well-being. Healthcare professionals working with infertile couples should adopt a holistic approach that considers cultural pressures, provide psychosocial assessment and counseling, and plan interventions to support dyadic adjustment and sexual quality of life.

Key Words: Infertility; culture; sexuality; marital adjustment

TOPLUMSAL CİNSİYET ÖZELLİKLERİ YÖNÜNDEN GÖÇ

Zeliha KAYA ERTEN
Nuh Naci Yazgan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü Halk Sağlığı Hemşireliği / Kocasinan /KAYSERİ
ORCID: 0000-0003-1229-7350
Handan ZİNCİR
Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü Halk Sağlığı Hemşireliği ABD/ Melikgazi KAYSERİ
ORCID: 0000-0002-1722-4647

ÖZET

Bu derlemenin amacı, toplumsal cinsiyet rolleri ile göç arasındaki ilişkiyi açıklamak, göçün cinsiyet bağlamında oluşturduğu farklı etkileri değerlendirmek ve toplumsal cinsiyet açısından göçün uyum, rol değişimi üzerindeki sonuçlarını tartışmaktır.

Toplumsal cinsiyet rollerini bireyler sosyal öğrenme yoluyla erken yaşlarda öğrenmeye başlar. Erken yaşta öğrenilen bu roller oldukça kalıcıdır ve göçle birlikte yeni toplumlara taşınır. Göç, kadın ve erkek üzerinde farklı etkilere sebep olmaktadır. Göç, kimi zaman güçlenmeye, kimi zaman kırılganlığa yol açmaktadır. Kadın göçmenler yeni toplum yapısında çalışma hayatına katılım, ekonomik bağımsızlık, statü artışı gibi olumlu değişimler yaşayabildiği gibi; zorla evlilik, çok eşlilik, istismar, dil yetersizliği ve sosyal izolasyon gibi dezavantajlarla da karşılaşabilmektedir. Özellikle ataerkil bir toplumdan daha eşitlikçi bir topluma giden kadının statüsü yükselebilmekte ve bu nedenle kadın yeni cinsiyet rollerine daha kolay uyum sağlayabilmektedir. Aynı koşullarda gerçekleşen göçlerde ise erkeklerde rol çatışması, otorite kaybı ve psikolojik sorunlar ve beraberinde cinsel disfonksiyonlara varan durumlar ortaya çıkabilmektedir. Göç göçmenleri etkilerken benzer şekilde göçle gelinen toplumun kültürel yapısında da değişim yaratma potansiyeline sahiptir. Göç "çift yönlü bir toplumsal değişim" sürecidir. Toplumsal cinsiyet rolleri bu süreçte en çok etkilenen alanlardandır. Hem kadın hem erkek göçmenlerin rol değişimleri, uyum süreçleri ve yaşadıkları riskler sağlık profesyonelleri tarafından dikkatle izlenmelidir. Göç eden bireylerin toplumsal cinsiyet rolleri açısından güçlendirilmesi, ruhsal destek, güvenlik, eğitim ve sosyal uyum programları ile multidisipliner yaklaşımlar gerektirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Göç ve göçmenlik; cinsiyet kimliği, kadınlar; erkek

ABSTRACT

The purpose of this review is to explain the relationship between gender roles and migration, evaluate the different effects of migration on gender, and discuss the consequences of migration on adaptation and role change from a gender perspective.

Individuals begin to learn gender roles at an early age through social learning. These roles learned at an early age are quite enduring and are carried over to new societies with migration. Migration has different effects on women and men. Migration sometimes leads to empowerment and sometimes to vulnerability. While female migrants can experience positive changes in the new social structure, such as participation in the workforce, economic independence, and increased status, they can also face disadvantages such as forced marriage, polygamy, abuse, language proficiency, and social isolation. Women, in particular, who migrate from a patriarchal society to a more egalitarian one, may experience increased status, and therefore, they may adapt more easily to new gender roles. Migration under similar circumstances can lead to role conflict, loss of authority, psychological problems, and even sexual dysfunction in men. While migration affects migrants, it also has the potential to change the cultural structure of the host society. Migration is a "two-way social change" process. Gender roles are among the areas most affected by this process. The role changes, adaptation processes, and risks experienced by both women and men migrants should be carefully monitored by health professionals. Empowering migrants in terms of their gender roles requires multidisciplinary approaches, including psychological support, security, education, and social adaptation programs.

Keywords: Immigration and immigration; gender identity, women; men

LİNEER HIZLANDIRICININ OUTPUT STABİLİTESİNİN BİR YILLIK DEĞERLENDİRMESİ: DRIFT VE MEVSİMSEL DEĞİŞİM ANALİZİ

Öğr. Gör. Selamİ EKEN
Kahramanmaras Sütçü Imam University, Faculty of Medicine,
Kahramanmaras, Türkiye
ORCID: 0000-0001-9320-0391
Doç. Dr. Yusuf KAVUN
Kahramanmaras Sütçü Imam University, Dept. of Medical Imaging Techniques,
Kahramanmaras, Türkiye,
ORCID: 0000-0001-9635-4388

ÖZET

Bu çalışma, kliniğimizin rutin günlük tedavilerde aktif olarak kullandığı bir Varian RapidArc lineer hızlandırıcısının uzun dönem doz çıkış kararlılığın sistematik bir biçimde incelemesini yaptı.Cihazın 6 MV ve yüksek enerjili 15 MV foton modlarında, yaklaşık bir yıllık (2025 dönemi) veri kullanılarak değerlendirildi. Ölçümler, cihazın başlangıç kalibrasyona göre yüzdelik sapmalarını görmek amacıyla haftalık aralıklarla yapıldı. Standart bir kalite kontrol prosedürü izlenerekten, katı su (solid water) fantomunda, PTW 30010 iyon odası ve Sun Nuclear PC Elektrometre kullanılarak toplam 48 adet ayrı ölçüm noktası analiz edildi. 6 MV foton enerjisi için ortalama doz çıkışı 99.6+0.20 standart sapma ile kararlılık gösterir iken, 15 MV foton enerjisinde ortalama çıkış 100.35+0.75 standart sapma ile bulunuyor. Bu kıyaslama, yüksek enerjili 15 MV demetin, düşük enerjili 6 MV demetine oranla kayda değer ölçüde daha geniş bir varyasyon aralığına sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca, ayrıntılı zaman serisi analizi, her iki enerji seviyesinde de hafif, sinüsoidal bir paterne sahip dönemlik dalgalanmaların olduğunu ortaya koydu; bu durum, literatürde sıkça bildirilen mevsimsel etkiyle birbirine uyumludur. Cihazın genel olarak klinik tolerans limitleri içinde stabil çalıştığı gözlenmekle beraber, özellikle 15 MV enerjisindeki bu belirgin varyasyonlar ve zayıf yukarı doğru trendin (drift) incelenmesi, uzun dönem bakım ve kalite kontrol programlar için önemli veriler sunar.

Anahtar Kelimeler: Lineer Hızlandırıcı (Linac), Doz Stabilitesi, Drift, Mevsimsel Değişim

ONE-YEAR EVALUATION OF LINEAR ACCELERATOR OUTPUT STABILITY: ANALYSIS OF DRIFT AND SEASONAL VARIATION

ABSTRACT

This study systematically investigates the long-term dose output stability of a Varian RapidArc linear accelerator (linac) actively used for daily patient treatments in our clinic. This parameter is crucial for maintaining the quality and consistency of radiotherapy delivery and was evaluated over about one year (during 2025) for both the 6 MV and the high-energy 15 MV

photon modes. Measurements were performed on a weekly basis to determine the percentage deviations relative to the machine's reference calibration. Following a standard quality assurance protocol, a total of 48 individual data points were analyzed using a high sensitive PTW 30010 ion chamber and a Sun Nuclear PC Electrometer within a solid-water phantom. The mean dose output for the 6 MV photon energy showed stability at 99.6+0.20 standard deviation (SD), where as the mean output for the 15 MV photon energy was found to be 100.35+0.75 SD. This comparison highlights that the higher-energy 15 MV beam exhibits a significantly wider range of variation compared to the 6 MV beam. Furthermore, a detailed time-series analysis revealed the presence of mild, sinusoidal-like periodic fluctuations in both energy levels. This behavior is consistent with the seasonal effect frequently reported in the literature, witch is typically linked to changes in ambient temperature and humidity affecting the machine's electronics. While the linac generally operated stably within clinical tolerance limits, the distinct variations observed in the 15 MV energy, along with a weak long-term upward trend (drift) to be examined, provide important data for optimizing maintenance and quality control programs.

Keywords: Linear Accelerator (Linac), Dose Stability, Drift, Seasonal Variation

1. GİRİŞ

Lineer hızlandırıcıların uzun dönem doz çıkış kararlılığı, radyoterapi kalitesinin en kritik bileşenlerinden biridir. Tedavi sürekliliğinin sağlanması, cihazın bakım ihtiyacının öngörülmesi ve kalite kontrol programlarının etkinliği açısından çıkış trendlerinin düzenli takip edilmesi önerilmektedir (Dieterich vd., 2011. Literatürde Varian, Elekta ve TomoTherapy sistemleri üzerinde 5–10 yıl süren çok sayıda uzun dönem stabilite analizi bulunmaktadır. Bu çalışmalar, özellikle yeni nesil mühürlü monitör odalarının belirli bir "upward drift" eğilimi gösterdiğini, ayrıca mevsimsel etkilerin cihaz elektroniğini etkileyebildiğini ortaya koymuştur (Partridge vd., 1998; Bijok vd., 2018).

Bizim çalışmamızda kliniğimizde aktif olarak tedavide kullanılan Varian RapidArc cihazının 6 MV ve 15 MV foton enerjilerinde yaklaşık 11 aylık doz çıkış davranışı incelenmiştir. Cihazda tek bir linak bulunmakta olup tüm ölçümler aynı yöntemle yapılmıştır. Ölçümler haftalık yapılmasına rağmen literatürdeki günlük QA verileri ile karşılaştırmalar yapılmış, özellikle mevsimsel salınım olup olmadığı değerlendirilmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

2.1 Cihaz Bilgileri

Çalışmada incelenen cihaz Varian marka RapidArc sistemidir. Klinik kullanımda aktif olarak tüm tedavi modlarında çalışmaktadır. Elektron enerjisi bulunmamaktadır, sadece 6 MV ve 15 MV foton modları mevcuttur.

2.2 Ölçüm Kurulumu

* Fantom: Katı su (solid water)

* SSD: 100 cm

* Alan: 10×10 cm²

* Derinlik: dmax ve 10 cm (baseline TRS-398'e göre tanımlıdır)

* İyon Odası: Sun Nuclear SNC125

* Elektrometre: Sun Nuclear PC Electrometer

2.3 Ölçüm Protokolü

* Başlangıç: 06.01.2025

* Bitiş: 08.12.2025

* Referans kalibrasyon: TRS-398
* Ölçün sıklığı: Haftalık -48 adet

* %2'den büyük sapma görülen haftalarda fizikçi tarafından kalibrasyon yapılmış ve çıkış değeri yeniden referansa oturtulmuştur (Kapanen vd., 2006).

2.4 İstatistiksel Analiz

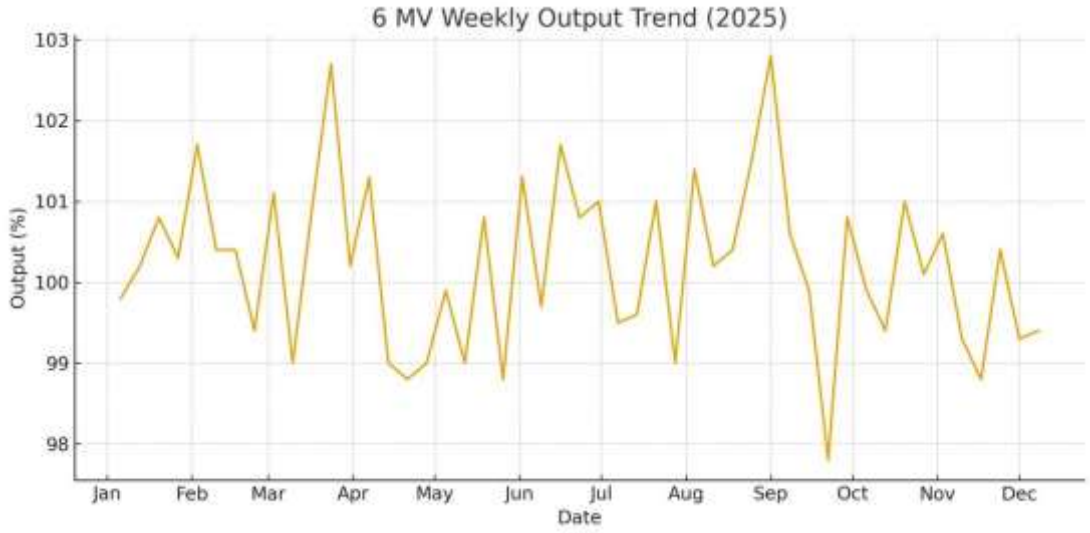
Zaman serisi üzerinde temel istatistikler (ortalama, SD), doğrusal regresyon eğilimi (drift), minimum–maksimum sapmalar ve mevsimsel dalgalanma olup olmadığı incelenmiştir. Limitler TRS-398 ve literatürle uyumlu şekilde ±2% olarak dikkate alınmıştır (Grattan & Hounsell, 2011).

3. BULGULAR

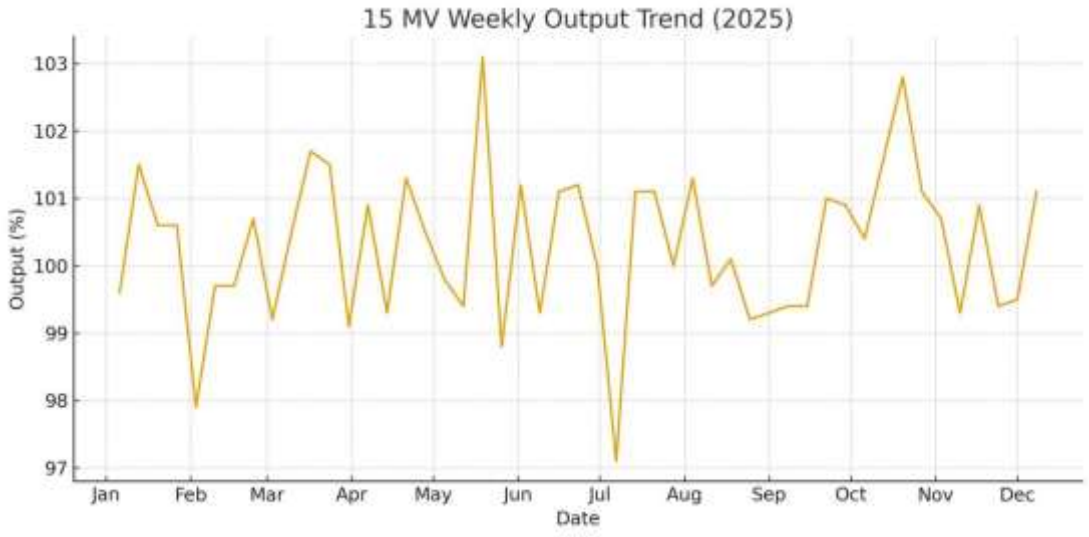
3.1 Genel Çıkış Sonuçları

Tablo 1. Enerjiye göre istatistiksel değerler

6 MV foton: * Ortalama: 99.6% * Standart sapma: 0.20% * Maksimum sapma: ±0.5 civarında	15 MV foton: * Ortalama: 100.35% * Standart sapma: 0.75% * Maksimum sapma: ±0.5 civarında



Şekil 1. 6MV enerjili fotona ait output grafiği



Şekil 2. 15MV enerjili fotona ait output grafiği

6 MV'de belirgin bir drift gözlenmemiştir. 15 MV'de ise çok düşük eğimli bir yukarı doğru trend olsa da (yaklaşık +0.1%/ay civarı), bu eğilim istatistiksel olarak anlamlı değildir.

3.2 Mevsimsel Etki

Şekildeki grafikleri incelendiğinde yaz aylarında hafif pozitif, kış dönemine doğru ise nispeten negatif sapmalar görülmektedir. Bu davranış literatürde tanımlanan sinüzoidal "quasi-periodic" mevsimsel modele oldukça benzemektedir (Bartolac & Letourneau, 2015; Bolt vd., 2017).

4. TARTIŞMA

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, literatürde Varian hızlandırıcılarında bildirilen çıkış trendleri ile oldukça uyumludur. Özellikle mühürlü monitör odalarının uzun dönemli yükselen çıkış eğilimi ("upward drift") birçok yayında vurgulanmıştır (Partridge vd., 1998). Bizdeki 15 MV verilerinde bu drift çok daha zayıf görülmesine rağmen, yine de yön olarak benzer bir eğilimden bahsedilebilir.

Öte yandan 6 MV için gözlenen düşük varyasyon, yeni cihazlarda bildirilen erken dönem stabilitesi ile uyumludur. Çeşitli çalışmalarda yeni hızlandırıcıların ilk 1–2 yıl içinde daha kararlı olduğu ve major eğilimlerin genellikle 3–5 yıl içinde belirginleştiği rapor edilmiştir (Lillicrap vd., 1990; Bijok vd., 2018). Bizim cihazın henüz bu yaş aralığının erken döneminde olması bu davranışı açıklayabilir.

Mevsimsel değişim bulgularımız literatürle neredeyse birebir örtüşmektedir. Yılın sıcak dönemlerinde hafif pozitif çıkış artışı, kış aylarında ise negatife kayış, önceki çalışmalarda elektronik devre stabilitesi, AC açılış saatleri, oda sıcaklığı değişimi gibi faktörlere bağlanmıştır (Bartolac & Letourneau, 2015). Bizde de yaklaşık 0.5–0.8% aralığında hafif bir sinüzoidal davranış mevcuttur. Bunu doğrulamak için daha uzun süreli veri gerekecektir ama mevcut grafiklerle uyumludur.

Ayrıca 15 MV'de SE'nin 6 MV'ye göre daha yüksek olması, yüksek enerjilerde elektronik zincirin daha duyarlı olmasına bağlanabilir. Aslında bu konu bazı yayınlarda daha önce belirtilmiş olup yüksek enerjilerde mevsimsel dalgalanmanın daha belirgin olduğu ifade edilmiştir (Grattan & Hounsell, 2011). Benzer şekilde birkaç yayında magnetron davranışı, RF zinciri yaşlanması ve monitör odası membranının hava girişleri ile ilgili uzun dönem kararsızlıklar da tartışılmıştır. Bizim cihazda böyle bir arıza kaydı olmamasına rağmen, 15 MV'deki varyasyonun 6 MV'den daha geniş olması bu genel literatür eğilimine uyuyor gibi durmaktadır.

Son olarak, çalışma döneminde birkaç kez yapılan kalibrasyon müdahalesi, uzun trendlerin yumuşamasına sebep olmuş olabilir. Bazı yayınlarda fizikçilerin rutin kalibrasyonlarının gerçek drift eğilimini maskelediği belirtilmiştir (Hossain, 2014). Bu nedenle ham verilerin uzun dönemde yeniden değerlendirilmesi, cihazın gerçek doğal eğilimini ortaya koymak açısından önemlidir.

5. SONUÇ

Yaklaşık 12 aylık, haftalık QA ölçümlerinin analizi sonucunda:

* Varian RapidArc cihazı *genel olarak stabil* çalışmaktadır.

* 6 MV çıkışı oldukça kararlı olup ±0.5% içinde kalmıştır.

* 15 MV'de SD daha yüksek olmakla birlikte klinik toleranslar içindedir.

* Hafif mevsimsel dalgalanmalar gözlenmiştir.

* Cihazın uzun dönem drift davranışının net olarak görülebilmesi için en az 24–36 aylık veri önerilir.

Bu çalışma, kliniğimizde uzun dönem kalite kontrol trendlerini değerlendirme açısından bir başlangıç niteliğindedir.

KAYNAKÇA

Bartolac, S., & Letourneau, D. (2015). Assessment of seasonal linear accelerator output variations and associated impacts. Medical Physics, 42(6), 3363. https://doi.org/10.1118/1.4924497

Bijok, M., Gruszczynska, E., Kowalczyk, A., Sikorska, K., Walewska, A., & Kukolowicz, P. F. (2018). Analysis of the long-term stability of the output of electron beams generated by the Novac11™ IORT accelerator. Reports of Practical Oncology & Radiotherapy, 23(5), 341–345. https://doi.org/10.1016/j.rpor.2018.07.003

Bolt, M. A., Clark, C. H., Chen, T., & Nisbet, A. (2017). A multi-centre analysis of radiotherapy beam output measurement. Physics and Imaging in Radiation Oncology, 4, 39–43. https://doi.org/10.1016/j.phro.2017.12.001

Broggi, S., Cattaneo, G. M., Molinelli, S., et al. (2008). Results of a two-year quality control program for a helical tomotherapy unit. Radiotherapy and Oncology, 86(2), 231–241.

Dieterich, S., Cavedon, C., Chuang, C. F., Cohen, A. B., Garrett, J. A., Lee, C. L., et al. (2011). Report of AAPM TG 135: Quality assurance for robotic radiosurgery. Medical Physics, 38(6), 2914–2936. https://doi.org/10.1118/1.3579139

Grattan, M. W. D., & Hounsell, A. R. (2011). Analysis of output trends from Varian 2100C/D and 600C/D accelerators. Physics in Medicine & Biology, 56(1), N11–N19. https://doi.org/10.1088/0031-9155/56/1/N02

Hossain, M. (2014). Output trends, characteristics, and measurements of three megavoltage radiotherapy linear accelerators. Journal of Applied Clinical Medical Physics, 15(1), 1–15.

Kapanen, M., Tenhunen, M., Hämäläinen, T., Sipilä, P., Parkkinen, R., & Järvinen, H. (2006). Analysis of quality control data of eight modern radiotherapy linear accelerators: The short- and long-term behaviours of the outputs and the reproducibility of quality control measurements. Physics in Medicine & Biology, 51(14), 3581–3592. https://doi.org/10.1088/0031-9155/51/14/020

Lillicrap, S. C., Owen, B., Williams, J. R., & Williams, P. C. (1990). Code of practice for high-energy photon therapy dosimetry based on the NPL absorbed dose calibration service. Physics in Medicine & Biology, 35(10), 1355–1360. https://doi.org/10.1088/0031-9155/35/10/301

Partridge, M., Evans, P. M., & Mosleh-Shirazi, M. A. (1998). Linear accelerator output variations and their consequences for megavoltage imaging. Medical Physics, 25(8), 1443–1452.

DLP 3B BASKI SÜRECİ İÇİN GELİŞTİRİLEN NiO KATKILI FOTOPOLİMER REÇİNELERİN RADYASYON ZIRHLAMA KAPASİTESİNİN TEORİK OLARAK İNCELENMESİ

Doç. Dr. Yusuf KAVUN
Kahramanmaras Sütçü Imam University, Dept. of Medical Imaging Techniques, Kahramanmaras, Türkiye,
ORCID: 0000-0001-9635-4388
Öğr. Gör. Selami EKEN
Kahramanmaras Sütçü Imam University, Faculty of Medicine, Kahramanmaras, Türkiye
ORCID: 0000-0001-9320-0391

Özet

3D yazıcılar yeni yüzyılda prototiple ve hızlı üretim süreçlerinin geliştirilmesi için gittikçe artan bir kullanım alanına sahiptir. Reçineli 3D DLP yazıcılarda kullanılan reçineler, 3B yazıcılarda üretim amacıyla kullanılmak üzere formüle edilen fotopolimer kompozit malzemeler olarak tasarlanmaktadır. Bu reçinelerin kimyasal bileşimleri üretilen malzemenin özelliklerini etkilemekte olup çeşitli katkı maddeleri ile reçinelerin özellikleri değiştirilebilmektedir. Bu çalışmada DLP 3D yazıcıda kullanılan reçinelerin kompozisyonu yeniden oluşturulmaya çalışılarak üretilen fotopolimer reçinelerin gama radyasyonu soğurma özellikleri incelenmiştir. XCOM kodu ile teorik olarak 10 keV ile 10 MeV arasında incelenen reçinelerin yapısı monomer, oligomer ve fotobaşlatıcı bileşenlerinin yanı sıra farklı oranlarda NiO katkısı (x = 0, 0.10, 0.15, 0.20 %wt.) içermektedir. Fotopolimer reçine matrisi $C_{95}H_{150}N_{10}O_{40}$, $C_{12}H_{18}O_4$ ve $C_{22}H_{21}O_2P$ olup bu kompozisyona NiO eklenmesiyle reçinenin yoğunluğu da 1.122'den 1.34 g/cm³'e yükselmiştir. Enerjinin artışı ile Lineer Soğurma Katsayısı (LAC) ve Kütle soğurma katsayısı (MAC) azalmakta ancak yarı geçirgenlik (HVL), onda-Bir geçirgenlik (TVL) ve ortalama serbest yol (MFP) değerleri artmaktadır. Elde edilen bu sonuçlara göre geliştirilen reçine kompozisyonunun düşük enerjili radyasyonlu olanlarda kullanılabileceği anlaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: DLP 3D yazıcı, reçine, radyasyon zırhlama

THEORETICAL INVESTIGATION OF THE RADIATION SHIELDING CAPACITY OF NiO-DOPED PHOTOPOLYMER RESINS DEVELOPED FOR THE DLP 3D PRINTING PROCESS

Abstract

3D printers are increasingly being used in the new century for prototyping and rapid production processes. The resins used in resin-based 3D DLP printers are designed as photopolymer composite materials formulated for use in 3D printers. The chemical composition of these resins affects the properties of the produced material, and various additives can be used to modify the

resin properties. In this study, the composition of the resins used in DLP 3D printers was reconstructed and the gamma radiation absorption properties of the produced photopolymer resins were investigated. The structure of the resins, theoretically examined between 10 keV and 10 MeV using the XCOM code, contained monomer, oligomer, and photoinitiator components, as well as various percentages of NiO additives (x = 0, 0.10, 0.15, 0.20 wt.%). The photopolymer resin matrix was $C_{95}H_{150}N_{10}O_{40}$, $C_{12}H_{18}O_4$, and $C_{22}H_{21}O_2P$, and the addition of NiO to this composition increased the resin density from 1.122 to 1.34 g/cm³. With increasing energy, the Linear Absorption Coefficient (LAC) and Mass Absorption Coefficient (MAC) decreased, but the Half Transmittance (HVL), Tenth Transmittance (TVL), and Mean Free Path (MFP) values increased. Based on these results, it was understood that the developed resin composition can be used in areas with low-energy radiation.

Keywords: DLP 3D printer, resin, radiation shielding

1.INTRODUCTION

3D printers featuring Digital Light Processing (DLP) are becoming increasingly important in the manufacturing industry today (Maines et al., 2021). This is due to the high resolution of 3D printers, which enable the production of parts with complex geometries (Stangl et al., 2014). Also known as additive manufacturing technology, DLP 3D printers utilize light-sensitive photopolymer resins (Hussain et al., 2024). These resins initiate a polymerization reaction under UV or visible light, solidifying the resin (Hussain et al., 2024). This process can be adjusted by the resin's chemical composition, as the resin's cure time and viscosity influence the production process and its mechanical properties (Pezzana et al., 2021). The types and proportions of the resin's components—monomers, oligomers, photoinitiators, and additives—directly affect the properties of the material being produced (Awari et al., 2021).

DLP resins, which are composed of acrylate or methacrylate-based structures, form the backbone of monomers, which are cross-linkable compounds with low molecular weight (Hussain et al., 2024). The most common monomers include trimethylolpropane triacrylate (TMPTA, $C_{15}H_{20}O_6$), ethylene glycol diacrylate (EGDA, $C_{10}H_{14}O_6$), and hexanediol diacrylate (HDDA, $C_{12}H_{18}O_4$) (Pauling, 2014). These monomers cross-link polymer chains via acrylate groups (-CH=CH_2COO-), thus increasing the mechanical strength of the solid form (Hanon et al., n.d.). The oligomer components that make up the resin are acrylate (PUA), epoxy acrylate, or polyester acrylate compounds. For example, polyurethane acrylates provide flexibility and high impact resistance to the material, while epoxy acrylates are effective in creating a hard and

chemically resistant structure (Celikci et al., 2024) (Silberberg, 2010).

Photoinitiators, which play a role in the polymerization process that begins with exposure of the resin to UV light, are the most light-sensitive chemical components of the resin (Varshneya and Mauro, 2019). Bis(2,4,6-trimethylbenzoyl)-phenylphosphine oxide (BAPO, $C_{26}H_{27}O_3P$), 1-hydroxycyclohexyl phenyl ketone (Irgacure 184, $C_{13}H_{16}O_2$), or diphenyl(2,4,6-trimethylbenzoyl)phosphine oxide (TPO, $C_{22}H_{21}O_2P$) are the most common photoinitiators (Pauling, 2014). These compounds absorb light at a wavelength of 385–405 nm, produce free radicals, and also trigger the chain polymerization of acrylate groups (Silberberg, 2010). The type and amount of photoinitiator affect the cure speed and print quality. Excessive amounts can cause optical clouding, while insufficient amounts can lead to incomplete curing.

The additives added to the resin are the final components that determine its performance. Among these, metal oxides such as ZnO, TiO_2, NiO and B_2O_3, which are effective in radiation shielding, can be added to the resin to increase its radiation absorption. These additives also affect the resin's mechanical strength and thermal stability(Nam and Kim, 2024).

In this study, the resin system $0.4C_{95}H_{150}N_{10}O_{40}$-$0.3C_{12}H_{18}O_4$-$(0.3–x)C_{22}H_{21}O_2P$- xNiO (x = 0, 0.10, 0.15, 0.20 %wt) was investigated using XCOM codes (Berger and Hubbell, 1987), and theoretical radiation shielding parameters between 10 keV and 10 MeV were obtained.

2.MATERIAL and METHOD

The compositions of the resin system created for use in DLP 3D printers are given in Table 1. In addition, as the NiO ratio in the resin increases, the density of the compositions increases at the same rate.

Table 1. Resin composition and densities

Sample Code	$C_{95}H_{150}N_{10}O_{40}$	$C_{12}H_{18}O_4$	$C_{22}H_{21}O_2P$	NiO	ρ(g/cm³)
1	0.4	0.3	0.3	0	1.122
2	0.4	0.3	0.2	0.10	1.22
3	0.4	0.3	0.15	0.15	1.28
4	0.4	0.3	0.1	0.20	1.34

XCOM codes

The XCOM code (Berger and Hubbell, 1987), developed by NIST, can calculate the mass absorption coefficient (MAC), a radiation shielding parameter. Capable of calculations in the energy range of 1 keV to 100 GeV, this code can calculate photon-matter interactions for many elements in the periodic table. Using theoretically calculated MAC values, this code can also calculate other radiation shielding parameters such as the linear absorption coefficient (LAC),

half-value layer (HVL), tenth-value layer (TVL), and mean free path (MFP) (Kavun et al., 2025).

3.RESULTS AND DISCUSSION

The radiation shielding parameters of the $0.4C_{95}H_{150}N_{10}O_{40}$-$0.3C_{12}H_{18}O_4$-$(0.3–x)C_{22}H_{21}O_2P$-xNiO (x = 0, 0.10, 0.15, 0.20 %w) resin composition created with the XCOM code are given below in Tables 2-5. Accordingly, while the LAC value obtained at 10 keV gamma energy in the resin composition without NiO additive is 4650.38 cm^{-1}, this value decreases to 23.6122 cm^{-1} at 10 MeV energy in Table 2. When the MAC values in Table 2 are examined, the MAC value obtained at 10 keV was 4130 g/cm^2 while when the energy was increased to 10 MeV, the MAC value obtained decreased to 20.97 g/cm^2.

Table 2. Radiation shielding parameters calculated with XCOM for sample 1 ($0.4C_{95}H_{150}N_{10}O_{40}$-$0.3C_{12}H_{18}O_4$-$(0.3–x)C_{22}H_{21}O_2P$- xNiO (x = 0%w)) the resin composition

Energy(keV)	MAC(g/cm^2)	LAC(cm^{-1})	HVL(cm)	TVL(cm)	MFP(cm)
10	4130,00	4650,38	0,0001	0,0005	0,0002
15	1340,00	1508,84	0,0005	0,0015	0,0007
20	672,40	757,1224	0,0009	0,0030	0,0013
30	332,00	373,8320	0,0019	0,0062	0,0027
40	246,10	277,1086	0,0025	0,0083	0,0036
50	212,30	239,0498	0,0029	0,0096	0,0042
60	194,50	219,0070	0,0032	0,0105	0,0046
80	175,20	197,2752	0,0035	0,0117	0,0051
100	163,50	184,1010	0,0038	0,0125	0,0054
150	144,60	162,8196	0,0043	0,0141	0,0061
200	131,80	148,4068	0,0047	0,0155	0,0067
300	114,20	128,5892	0,0054	0,0179	0,0078
400	102,20	115,0772	0,0060	0,0200	0,0087
500	93,26	105,0108	0,0066	0,0219	0,0095
600	86,23	97,0950	0,0071	0,0237	0,0103
800	75,72	85,2607	0,0081	0,0270	0,0117
1000	68,07	76,6468	0,0090	0,0300	0,0130
1022	67,37	75,8586	0,0091	0,0304	0,0132
1250	60,88	68,5509	0,0101	0,0336	0,0146
1500	55,40	62,3804	0,0111	0,0369	0,0160
2000	47,54	53,5300	0,0129	0,0430	0,0187
2044	46,98	52,8995	0,0131	0,0435	0,0189
3000	38,12	42,9231	0,0161	0,0536	0,0233
4000	32,61	36,7189	0,0189	0,0627	0,0272
5000	28,98	32,6315	0,0212	0,0706	0,0306
6000	26,42	29,7489	0,0233	0,0774	0,0336
7000	24,52	27,6095	0,0251	0,0834	0,0362
8000	23,06	25,9656	0,0267	0,0887	0,0385
9000	21,91	24,6707	0,0281	0,0933	0,0405
10000	20,97	23,6122	0,0294	0,0975	0,0424

Table 3. Radiation shielding parameters calculated with XCOM for sample 2 ($0.4C_{95}H_{150}N_{10}O_{40}$-$0.3C_{12}H_{18}O_4$-$(0.3–x)C_{22}H_{21}O_2P$- xNiO (x = 0.10 %w)) the resin composition

Energy(keV)	MAC(g/cm^2)	LAC(cm^{-1})	HVL(cm)	TVL(cm)	MFP(cm)
10	20080	24497,6	-	0,0001	-
15	6753	8238,66	0,0001	0,0003	0,0001
20	3130	3818,60	0,0002	0,0006	0,0003
30	1113	1357,86	0,0005	0,0017	0,0007
40	585,70	714,5540	0,0010	0,0032	0,0014
50	388,70	474,2140	0,0015	0,0049	0,0021
60	297,20	362,5840	0,0019	0,0064	0,0028
80	218,50	266,5700	0,0026	0,0086	0,0038
100	185,30	226,0660	0,0031	0,0102	0,0044
150	150,50	183,6100	0,0038	0,0125	0,0054
200	133,80	163,2360	0,0042	0,0141	0,0061
300	114,20	139,3240	0,0050	0,0165	0,0072
400	101,80	124,1960	0,0056	0,0185	0,0081
500	92,74	113,1428	0,0061	0,0204	0,0088
600	85,67	104,5174	0,0066	0,0220	0,0096
800	75,17	91,7074	0,0076	0,0251	0,0109
1000	67,55	82,4110	0,0084	0,0279	0,0121
1022	66,84	81,5448	0,0085	0,0282	0,0123
1250	60,40	73,6880	0,0094	0,0312	0,0136
1500	54,98	67,0756	0,0103	0,0343	0,0149
2000	47,24	57,6328	0,0120	0,0400	0,0174
2044	46,69	56,9618	0,0122	0,0404	0,0176
3000	38,06	46,4332	0,0149	0,0496	0,0215
4000	32,75	39,9550	0,0173	0,0576	0,0250
5000	29,29	35,7338	0,0194	0,0644	0,0280
6000	26,87	32,7814	0,0211	0,0702	0,0305
7000	25,09	30,6098	0,0226	0,0752	0,0327
8000	23,73	28,9506	0,0239	0,0795	0,0345
9000	22,68	27,6696	0,0251	0,0832	0,0361
10000	21,83	26,6326	0,0260	0,0865	0,0375

For the resin composition $0.4C_{95}H_{150}N_{10}O_{40}$-$0.3C_{12}H_{18}O_4$-$(0.3–x)C_{22}H_{21}O_2P$- xNiO (x = 0.10 %w), LAC and MAC are high at low energy, but these values decrease as the energy increases as seen in Table 3. This demonstrates that lower energy levels are more efficient in terms of LAC and MAC. The opposite occurs for HVL, TVL, and MFP values, with values increasing as the energy increases.

Table 4. Radiation shielding parameters calculated with XCOM for sample 3 ($0.4C_{95}H_{150}N_{10}O_{40}$-$0.3C_{12}H_{18}O_4$-$(0.3–x)C_{22}H_{21}O_2P$- xNiO (x = 0.15 %w)) the resin composition

Energy(keV)	MAC(g/cm^2)	LAC(cm^{-1})	HVL(cm)	TVL(cm)	MFP(cm)
10	28060	35916,8	-	0,0001	0,0000
15	9459	12107,52	0,0001	0,0002	0,0001
20	4359	5579,52	0,0001	0,0004	0,0002
30	1503	1923,84	0,0004	0,0012	0,0005
40	755,5	967,04	0,0007	0,0024	0,0010
50	477	610,56	0,0011	0,0038	0,0016
60	348,60	446,208	0,0016	0,0052	0,0022
80	240,10	307,328	0,0023	0,0075	0,0033
100	196,20	251,136	0,0028	0,0092	0,0040
150	153,40	196,352	0,0035	0,0117	0,0051
200	134,80	172,544	0,0040	0,0133	0,0058
300	114,30	146,304	0,0047	0,0157	0,0068
400	101,60	130,048	0,0053	0,0177	0,0077
500	92,49	118,3872	0,0059	0,0194	0,0084
600	85,40	109,3120	0,0063	0,0211	0,0091
800	74,89	95,8592	0,0072	0,0240	0,0104
1000	67,29	86,1312	0,0080	0,0267	0,0116
1022	66,58	85,2224	0,0081	0,0270	0,0117
1250	60,16	77,0048	0,0090	0,0299	0,0130
1500	54,77	70,1056	0,0099	0,0328	0,0143
2000	47,09	60,2752	0,0115	0,0382	0,0166
2044	46,55	59,5840	0,0116	0,0386	0,0168
3000	38,03	48,6784	0,0142	0,0473	0,0205
4000	32,82	42,0096	0,0165	0,0548	0,0238
5000	29,44	37,6832	0,0184	0,0611	0,0265
6000	27,09	34,6752	0,0200	0,0664	0,0288
7000	25,37	32,4736	0,0213	0,0709	0,0308
8000	24,07	30,8096	0,0225	0,0747	0,0325
9000	23,06	29,5168	0,0235	0,0780	0,0339
10000	22,26	28,4928	0,0243	0,0808	0,0351

Table 5. Radiation shielding parameters calculated with XCOM for sample 4 ($0.4C_{95}H_{150}N_{10}O_{40}$-$0.3C_{12}H_{18}O_4$-$(0.3–x)C_{22}H_{21}O_2P$- xNiO (x = 0.2 %w)) the resin composition

Energy(keV)	MAC(g/cm^2)	LAC(cm^{-1})	HVL(cm)	TVL(cm)	MFP(cm)
10	36030	48280,2	-	-	-
15	12170	16307,8	-	0,0001	0,0001
20	5588	7487,92	0,0001	0,0003	0,0002
30	1893	2536,62	0,0003	0,0009	0,0005
40	925,3	1239,902	0,0006	0,0019	0,0011
50	565,20	757,3680	0,0009	0,0030	0,0018
60	399,90	535,8660	0,0013	0,0043	0,0025
80	261,80	350,8120	0,0020	0,0066	0,0038
100	207,20	277,6480	0,0025	0,0083	0,0048
150	156,40	209,5760	0,0033	0,0110	0,0064
200	135,80	181,9720	0,0038	0,0127	0,0074
300	114,30	153,1620	0,0045	0,0150	0,0087
400	101,40	135,8760	0,0051	0,0169	0,0099
500	92,23	123,5882	0,0056	0,0186	0,0108
600	85,12	114,0608	0,0061	0,0202	0,0117
800	74,62	99,9908	0,0069	0,0230	0,0134
1000	67,03	89,8202	0,0077	0,0256	0,0149
1022	66,32	88,8688	0,0078	0,0259	0,0151
1250	59,92	80,2928	0,0086	0,0287	0,0167
1500	54,56	73,1104	0,0095	0,0315	0,0183
2000	46,94	62,8996	0,0110	0,0366	0,0213
2044	46,41	62,1894	0,0111	0,0370	0,0215
3000	38,00	50,9200	0,0136	0,0452	0,0263
4000	32,89	44,0726	0,0157	0,0522	0,0304
5000	29,59	39,6506	0,0175	0,0581	0,0338
6000	27,31	36,5954	0,0189	0,0629	0,0366
7000	25,66	34,3844	0,0202	0,0670	0,0390
8000	24,41	32,7094	0,0212	0,0704	0,0410
9000	23,45	31,4230	0,0221	0,0733	0,0426
10000	22,69	30,4046	0,0228	0,0757	0,0441

Examining Tables 2-5, LAC and MAC values are high at low energies, while HVL, TVL, and MFP values are low. However, with increasing energy, the opposite occurs, with HVL, TVL, and MFP values increasing. This can be interpreted as a general negative impact of increased energy on radiation shielding parameters.

4.CONCLUSION

In this study, the gamma radiation shielding performance of the $0.4C_{95}H_{150}N_{10}O_{40}$-$0.3C_{12}H_{18}O_4$-$(0.3–x)C_{22}H_{21}O_2P$- xNiO (x = 0, 0.10, 0.15, 0.20 wt%) resin composite was calculated using the XCOM nuclear code in the photon energy range of 10 keV-10 MeV. Based on the results obtained from the calculations, the findings presented in Tables 2-5 clearly show that the linear attenuation coefficient (LAC) and mass attenuation coefficient (MAC) values are significantly

higher at lower gamma energies. As the photon energy increases, both the LAC and MAC values decrease, indicating a decrease in the probability of interaction between high-energy photons and the composite structure.

In contrast to the LAC and MAC results, the half-value layer (HVL), tenth-value layer (TVL), and mean free path (MFP) values show an increasing trend with increasing photon energy. This suggests that thicker material layers are required to achieve the same attenuation level at higher energies. Overall, the combined trends of LAC-MAC and HVL-TVL-MFP suggest that increasing photon energy has a generally negative impact on the shielding efficiency of the investigated resin composite.

These results confirm that NiO-doped photopolymer-based resin systems demonstrate promising attenuation capabilities, particularly in the low-energy gamma region. Future studies could focus on optimizing NiO concentration, evaluating multiple oxide additive combinations, and experimentally verifying theoretical predictions to further enhance the radiation shielding performance of DLP-printable composite materials.

REFERENCES

Awari, G.K., Thorat, C.S., Ambade, V., Kothari, D.P., 2021. Additive Manufacturing and 3D Printing Technology : Principles and Applications. Addit. Manuf. 3D Print. Technol. https://doi.org/10.1201/9781003013853

Berger, M.J., Hubbell, J.H., 1987. XCOM: Photon cross sections on a personal computer. https://doi.org/10.2172/6016002

Celikci, N., Ziba, C.A., Dolaz, M., Tümer, M., 2024. Comparison of composite resins containing UV light-sensitive chitosan derivatives in stereolithography (SLA)-3D printers. Int. J. Biol. Macromol. 281. https://doi.org/10.1016/J.IJBIOMAC.2024.136057

Hanon, M.M., Ghaly, A., Zsidai, L., Szakál, Z., Szabó, I., Kátai, L., n.d. Investigations of the Mechanical Properties of DLP 3D Printed Graphene/Resin Composites. Acta Polytech. Hungarica 18, 2021–143.

Hussain, M.I., Xia, M., Ren, X.N., Ge, C., Jamil, M., Gupta, M.K., 2024. Digital light processing 3D printing of ceramic materials: a review on basic concept, challenges, and applications. Int. J. Adv. Manuf. Technol. 130, 2241–2267. https://doi.org/10.1007/S00170-023-12847-3

Kavun, Y., Acikgoz, A., Demircan, G., 2025. DLP 3D Printing of Al2O3 and Bi2O3 reinforced photopolymer composites: Radiation Shielding and Mechanical Properties. Ceram. Int. https://doi.org/10.1016/J.CERAMINT.2025.03.018

Maines, E.M., Porwal, M.K., Ellison, C.J., Reineke, T.M., 2021. Sustainable advances in SLA/DLP 3D printing materials and processes. Green Chem. 23, 6863–6897. https://doi.org/10.1039/D1GC01489G

Nam, J., Kim, M., 2024. Advances in materials and technologies for digital light processing 3D printing. Nano Converg. 11, 1–25. https://doi.org/10.1186/S40580-024-00452-3/FIGURES/4

Pauling, L., 2014. General Chemistry 1726.

Pezzana, L., Malmström, E., Johansson, M., Sangermano, M., 2021. Uv-curable bio-based polymers derived from industrial pulp and paper processes. Polymers (Basel). 13. https://doi.org/10.3390/POLYM13091530

Silberberg, M.S., 2010. Principles of general chemistry.

Stangl, A., Kim, J., Yeh, T., 2014. 3D printed tactile picture books for children with visual impairments: A design probe. ACM Int. Conf. Proceeding Ser. 321–324. https://doi.org/10.1145/2593968.2610482

Varshneya, A.K., Mauro, J.C., 2019. Fundamentals of inorganic glasses. Fundam. Inorg. Glas. 1–735. https://doi.org/10.1016/C2017-0-04281-7

MEME ENDOKRİN CERRAHİ KLİNİĞİNDE YATAN HASTALARDA CERRAHİ KORKUNUN AMELİYAT SONRASI AĞRI VE ÖFKE DÜZEYİYLE İLİŞKİSİ

Vesile ESKİCİ İLGİN
Atatürk University, Faculty of Nursing, Department of Surgical Nursing, Erzurum
ORCID: 0000-0003-4885-8682
Canan AKGÜL
Atatürk University, Institute of Health Sciences, Faculty of Nursing, Department of Nursing, Erzurum
ORCID: 0009-0000-6536-273X

ÖZET

Bu araştırma, cerrahi girişim uygulanacak hastalarda cerrahi korkunun ameliyat sonrası ağrı ve öfke düzeyiyle ilişkisini belirlemek amacıyla tanımlayıcı ve ilişki arayıcı tipte gerçekleştirilmiştir. Çalışma, Erzurum il merkezinde yer alan Atatürk Üniversitesi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Meme ve Endokrin Cerrahisi Kliniği'nde yatan 70 hasta ile yürütülmüştür. Veriler; Hasta Tanıtıcı Özellikler Formu, Cerrahi Korku Ölçeği (CKÖ), Görsel Analog Skala (VAS) ve Sürekli Öfke ve Öfke Tarzı Ölçeği (SÖÖTÖ) aracılığıyla toplanmıştır.

Bu çalışmada hastaların %38,6'sı 31–45 yaş aralığında olduğu, %81,4'ü kadın, %37,1'inde kronik hastalığı bulunduğu ve %65,7'sinin daha önce cerrahi girişim geçirdiği saptanmıştır. Hastaların CKÖ puan ortalaması **3,16 ± 2,46**, SÖÖTÖ puan ortalaması **2,49 ± 0,21** ve VAS skoru **4,42 ± 2,53** olarak bulunmuştur. Yapılan korelasyon analizlerinde **cerrahi korku ile öfke düzeyi (r= 0,006; p=0,958)**, **cerrahi korku ile ameliyat sonrası ağrı (r= –0,055; p= 0,653)** ve **ağrı ile öfke düzeyi (r= –0,001; p=0,994)** arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmamıştır. Lineer regresyon analizleri ise CKÖ'nün VAS ve SÖÖTÖ toplam puanlarını **yordamadığını** ortaya koymuştur (p>0,05).

Sonuç olarak bu araştırmada cerrahi korku, ameliyat sonrası ağrı algısı ve öfke ifade biçimleriyle doğrudan ilişkili değildir. Bulgular, cerrahi süreçte psikososyal değerlendirmelerin bütüncül yaklaşım içinde ele alınması gerektiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Meme-endokrin cerrahisi, cerrahi korku, ağrı, öfke.

THE RELATIONSHIP BETWEEN FEAR OF SURGERY AND POSTOPERATIVE PAIN AND ANGER LEVELS IN PATIENTS HOSPITALIZED IN A BREAST ENDOCRINE SURGERY CLINIC

ABSTRACT

This study was conducted as a descriptive and correlational research to determine the relationship between surgical fear and postoperative pain and anger levels in patients undergoing surgical procedures. The study was carried out with 70 patients hospitalized in the Breast and Endocrine Surgery Clinic of Atatürk University Research and Training Hospital in

Erzurum. Data were collected using the Patient Descriptive Characteristics Form, the Surgical Fear Questionnaire (SFQ), the Visual Analog Scale (VAS), and The StateTrait Anger Scale/STAS).

In this study, 38.6% of the patients were between 31–45 years of age, 81.4% were female, 37.1% had a chronic disease, and 65.7% had undergone a previous surgical procedure. The mean SFQ score was 3.16 ± 2.46, the mean STAS score was 2.49 ± 0.21, and the mean VAS score was 4.42 ± 2.53. Correlation analyses showed no statistically significant relationship between surgical fear and anger levels ($r = 0.006$; $p = 0.958$), surgical fear and postoperative pain ($r = –0.055$; $p = 0.653$), or pain and anger levels ($r = –0.001$; $p = 0.994$). Linear regression analyses further revealed that SFQ scores did not predict VAS and STAS total scores ($p > 0.05$).

In conclusion, this study indicates that surgical fear is not directly associated with postoperative pain perception or anger expression styles. The findings highlight the importance of incorporating psychosocial assessments into a holistic approach during the surgical process.

Keywords: Breast–endocrine surgery, surgical fear, pain, anger.

1. INTRODUCTION

Breast–endocrine surgery is a multidisciplinary surgical subspecialty that focuses on the surgical management of benign and malignant pathologies affecting breast tissue, as well as diseases related to the thyroid, parathyroid, adrenal, and other endocrine glands (Karahan et al., 2020; Gimm et al., 2019). This field of specialization is not limited solely to the treatment of breast diseases but also addresses the surgical resolution of endocrine-related disorders that lead to hormonal imbalances (Randa, Altun Uğraş, & Eser, 2019).

Within the scope of breast surgery, various interventions such as tumor excision, mastectomy, breast-conserving surgery, and reconstruction are performed (Dilege & Çelik, 2024). Breast cancer, which is the most common cancer among women, affects not only patients' physical health but also their psychosocial integrity, in addition to the fear and anxiety associated with the cancer diagnosis and the surgical methods applied. The literature indicates that mastectomy, due to the loss of the breast which is perceived as a symbol of femininity and sexuality may result in body image disturbances, decreased feelings of attractiveness, and impairments in sexual functioning. For this reason, breast-conserving surgery and reconstruction are considered less traumatic approaches (Akyolcu, 2008; Ruşen, 2001).

Endocrine surgery encompasses the surgical treatment of thyroid nodules, hyperparathyroidism, adrenal tumors, and other endocrine pathologies that lead to hormonal imbalances. Thyroid cancer is the most common type among endocrine malignancies, and

surgical intervention constitutes the primary treatment approach in most cases. In this context, surgical procedures may range from unilateral lobectomy to bilateral total thyroidectomy and may also include the removal of cervical lymph nodes (Türkmen, 2022). In patients who undergo thyroidectomy due to thyroid cancer, postoperative physical changes and uncertainties create emotional stress, and previous studies have reported a decline in quality of life in these patients (Karakaya, 2014).

For patients undergoing both breast and endocrine surgery, the perioperative period represents a challenging phase shaped by uncertainties related to the disease itself, concerns about organ loss or physiological changes, and anxieties regarding the outcomes of the surgical procedure. Patients scheduled for mastectomy due to breast cancer may experience significant fear and distress associated with the cancer diagnosis and the effects of the surgical intervention (Ruşen, 2001). This situation may lead to psychosocial outcomes such as anxiety, depression, stress, decreased self-esteem, and social isolation (Günay & Karahan, 2024).

The surgical process is generally defined as an experience in which individuals develop a sense of loss of control, uncertainties increase, and negative emotions intensify. Surgical fear is an emotional response whose source is often indistinct; however, it can lead to hemodynamic instability by increasing sympathetic, parasympathetic, and endocrine system activation (Abate et al., 2020). Moreover, surgical fear represents a stress response characterized by alterations in biomarker levels such as increased cortisol and proinflammatory cytokines and constitutes a multifaceted process with both physiological and biological dimensions (Engel et al., 2023).

The literature indicates that a significant proportion of surgical fear stems from the expectation of pain. Şahin (2019) emphasized that 77.3% of surgical fear is pain-related. Mete and Avcı Işık (2020) examined surgical fear in patients undergoing total knee arthroplasty and reported that patients' long-term fears were higher than their short-term fears, with a positive relationship between pain and surgical fear. It is well known that postoperative acute pain generally results from the stimulation of nociceptors due to surgical trauma and the stress response of metabolism, and that poor pain management prolongs tissue healing time (Nemli, Ceyhan, & Başer, 2017). However, since pain affects individuals physically, psychologically, and socially, its control is of great importance. Effective pain management is critical for promoting comfort, improving quality of life, reducing complications, and shortening the length of hospital stay (Özveren, 2011).

The surgical process may also influence patients' levels of anger and their modes of anger expression. Some studies have reported that following bariatric surgery, levels of anger and

outward anger expression decrease, while anger control increases; these changes have been associated with weight loss and improvements in quality of life (Hayden et al., 2010). In contrast, other studies have indicated no change or even an increase in anger levels (De Zwaan et al., 2011). These discrepancies have been attributed to factors such as patients' preoperative psychological status, the surgical techniques applied, and postoperative follow-up processes. Additionally, stressors such as low socioeconomic status and unemployment have been reported to negatively affect anger control (Bilgin et al., 2025).

The reason for selecting the breast endocrine surgery clinic for this study is the complexity of the surgical procedures performed in this setting, their effects on the hormonal system, and their potential to elicit multidimensional psychological responses in patients. It is anticipated that interventions such as mastectomy, thyroidectomy, and parathyroidectomy may particularly influence levels of surgical fear and anger. Accordingly, this study was conducted to determine the relationship between surgical fear and postoperative pain and anger levels in patients undergoing breast–endocrine surgery.

2. RESEARCH QUESTIONS

- Does surgical fear affect postoperative pain levels in patients undergoing surgery in the breast endocrine surgery clinic?
- Is there a relationship between surgical fear levels and anger levels in patients undergoing surgery in the breast endocrine surgery clinic?
- Does the degree of postoperative pain affect patients' anger levels?

3. MATERIALS AND METHODS

This study was conducted as a descriptive, correlational research design to determine the relationship between surgical fear and postoperative pain and anger levels in patients undergoing surgical procedures.

3.1. Study Setting and Time: This study was conducted between December 2024 and June 2025 in the Breast and Endocrine Surgery Clinic of Atatürk University Training and Research Hospital in Erzurum.

3.2. Study Population and Sample: The study population consisted of all patients who underwent surgical procedures in the Breast and Endocrine Surgery Clinic of the aforementioned hospital. No sampling method was employed; all patients who met the inclusion criteria were attempted to be reached and were included in the study sample.

3.3. Inclusion Criteri

- Patients aged 18 years and older
- Patients scheduled for elective surgery
- Voluntary participation in the study
- Absence of visual or hearing impairments in patients included in the study
- No history of psychological disorders
- Ability to read and write
- No communication problems (ability to speak and understand Turkish)

3.4. Exclusion Criteria

- Patients who were not admitted to the surgical ward postoperatively (transferred to the intensive care unit)
- Patients who withdrew from the study voluntarily

3.5. Data Collection Instruments: The data collection instruments included the Patient Descriptive Characteristics Form, the Surgical Fear Questionnaire, the Visual Analog Scale (VAS) for Pain, and ***the State–Trait Anger Scale (STAS).***

Patient Descriptive Characteristics Form: This form, developed by the researchers, consists of six questions designed to determine patients' sociodemographic, medical and surgical histories. It includes questions regarding gender, age, marital status, education level, presence of chronic disease, and surgical history.

Surgical Fear Questionnaire (SFQ): The scale was developed by Theunissen et al. (2016) to assess fear levels in patients scheduled to undergo surgical procedures. It is a Likert-type scale consisting of eight items. Short-term consequences of surgical fear are measured by items 1–4, while long-term consequences are assessed by items 5–8. Each item is scored from 0 ("not afraid at all") to 10 ("very afraid"), yielding a total score ranging from 0 to 80. Higher scores indicate higher levels of surgical fear (Theunissen et al., 2016). In the Turkish validity and reliability study conducted by Bağdigen and Özlü in 2016, the Cronbach's alpha coefficient was calculated as 0.93 (Bağdigen & Özlü, 2018).

Visual Analog Scale (VAS) for Pain: The Visual Analog Scale is a 10-cm-long scale used to determine pain intensity. It is considered reliable due to its rapid applicability, ease of use, and the absence of numerical guidance that might influence patients' responses. Among

unidimensional pain scales, it is the most commonly used. The scale ranges from 0, indicating "no pain," to 10, indicating "severe pain." Patients are asked to mark a point on the line that corresponds to the intensity of their pain. The distance between the zero point and the marked point is measured in centimeters to obtain the pain score.

The State–Trait Anger Scale (STAS): The State–Trait Anger Scale (STAS) is a self-report scale designed to assess anger and its expression. Originally developed by Spielberger (1983), the Turkish validity and reliability of the scale were established by Özer (1994). The inventory consists of 34 items and four subscales: trait anger, anger-in, anger-out, and anger control. Participants respond using a 4-point Likert scale ranging from 1 ("Does not describe me at all") to 4 ("Describes me completely"). High scores on the trait anger subscale indicate higher levels of anger; high scores on the anger control subscale indicate effective anger regulation; high scores on the anger-out subscale indicate a tendency to express anger outwardly; and high scores on the anger-in subscale indicate suppressed anger. Anger control is calculated by summing items 11, 14, 18, 21, 25, 28, 30, and 34 (8 items); anger-out by summing items 12, 17, 19, 22, 24, 29, 32, and 33 (8 items); and anger-in by summing items 13, 15, 16, 20, 23, 26, 27, and 31 (8 items).

3.6. Data Analysis: The data obtained in the study were analyzed using SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) for Windows version 20.0. Descriptive statistics included mean, standard deviation, median, minimum, maximum, frequency, and percentage values. According to the Shapiro–Wilk test, scores for the Surgical Fear Questionnaire (SFQ) ($W = 0.939$, $p = 0.002$), **the State–Trait Anger Scale(STAS**) ($W = 0.952$, $p = 0.009$), and the VAS ($W = 0.955$, $p = 0.014$) showed statistically significant deviations from normal distribution. Skewness and kurtosis values were 0.662 and −0.141 for the SFQ; 0.486 and 1.894 for the STAS; and 0.457 and −0.275 for the VAS, respectively. However, based on the evaluation of skewness–kurtosis values, as well as histogram and Q–Q plots, the distributions were considered approximately normal. Therefore, the use of parametric tests was deemed appropriate (George & Mallery, 2010).

Independent samples *t*-tests and one-way ANOVA were used for comparisons between groups. Pearson correlation and linear regression analyses were performed to determine the relationships between variables and the strength of these relationships. The findings were evaluated at a 95% confidence interval with a significance level of 5%.

4. RESULTS

The study was conducted with a total of 70 patients scheduled to undergo surgical interventions

in the breast and endocrine surgery clinic. The age of the patients ranged from 16 to 83 years; 5.7% were aged 16–30 years, 38.6% were 31–45 years, 27.1% were 46–60 years, 25.7% were 61–75 years, and 1.4% were aged 76 years and older. Of the participants, 81.4% were female and 18.6% were male. Regarding marital status, 75.7% were married and 24.3% were single. In terms of educational level, 25.7% of the participants were illiterate, 40.0% had completed primary education, 25.7% had completed secondary education, and 8.6% had a bachelor's or postgraduate degree. Chronic disease was present in 37.1% of the patients, while 62.9% reported no chronic disease. Additionally, 65.7% of the participants had previously undergone a surgical procedure, whereas 34.3% had no prior surgical history (Table 1).

Tablo 1. Distribution of Patients' Descriptive Characteristics

Descriptive Characteristics	**Category**	**Frequency(n)**	**Percentage (%)**
Age Group	16–30	4	5,7
	31–45	27	38,6
	46–60	19	27,1
	61–75	18	25,7
	76+	1	1,4
Gender	Female	57	81,4
	Man	13	18,6
Maritial Status	Marriade	53	75,7
	Single	16	24,3
Education Level	Illitirate	18	25,7
	Primary Education	28	40,0
	Secondary Education	18	25,7
	Bachelor's / Postgraduate	6	8,6
Chronic Disease	Yes	26	37,1
	No	44	62,9
Surgical History	Yes	46	65,7
	No	24	34,3

Tablo 2. Mean Scores of Patients on the Surgical Fear Questionnaire (SFQ), State–Trait Anger Scale (STAS), and VAS Pain Scale

	N	Number of Items	Min.	Maks.	Medyan	X±SD
SFQ	70	8	0	10	2,81	**3,16 ± 2,46**
STAS	70	34	1,97	3,24	2,50	**2,49 ± 0,21**
VAS	70	1	0	10	4,00	4,42 ± **2,53**

When the patients' mean scale scores were examined, the total score of the Surgical Fear Questionnaire (SFQ) was 3.16 ± 2.46, the total score of **the State–Trait Anger Scale(STAS**) was 2.49 ± 0.21, and the VAS pain score was 4.42 ± 2.53 (Table 2).

Tablo 3. Relationship Between Patients' Mean Scores on the Surgical Fear Questionnaire (SFQ) and the State–Trait Anger Scale(STAS) (N = 70)

Variables		**SFQ**	**STAS**			
SFQ	r	1	0,006			
	p		0,958			
STAS	r	0,006	1			
	p	0,958				
Linear Regression						
Predictor	**R**	**R2**	**F**	**t**	**p**	**B**
SFQ	0,006	0,000	0,003	0,053	0,958	0,01

r: Pearson correlation; *p<0,05; Linear regression; *p<0,01
Dependent Variable: **STAS**

The relationship between the mean score of the Surgical Fear Questionnaire (SFQ) and the mean score of the **State–Trait Anger Scale (STAS**) was evaluated using Pearson correlation analysis (Table 3). No statistically significant relationship was found between the SFQ score and the STAS score ($r = 0.006$, $p = 0.958$) ($p > 0.05$). In the linear regression analysis examining the effect of the SFQ score on the STAS score, the model was not statistically significant ($F = 0.003$; $p = 0.958$), and the SFQ was found to have no predictive effect on STAS scores ($R = 0.006$; $R^2 = 0.000$).

Tablo 4. Relationship Between Patients' Mean Scores on the Surgical Fear Questionnaire (SFQ) and VAS Pain Scores (N = 70)

Variables		**VAS**		**SFQ**		
VAS	r	1		-0,055		
	p			0,653		
SFQ	r	-0,055		1		
	p	0,653				
Linear Regression						
Predictor	**R**	**R2**	**F**	**t**	**p**	**B**
SFQ	0.055	0.003	0.204	-0.451	0,653	-0,056

r: Pearson correlation; *p<0,05; Linear regression; *p<0,01
Dependent Variable: **VAS**

When the correlation between the mean score of the Surgical Fear Questionnaire (SFQ) and the mean VAS pain score was examined, no statistically significant relationship was found between the VAS pain score and the SFQ score ($r = -0.055$; $p = 0.653$). The results of the linear regression analysis indicated that the SFQ score did not predict the VAS pain score ($F = 0.204$; $p = 0.653$; $R^2 = 0.003$).

Tablo 5. Relationship Between Patients' Mean VAS Pain Scores and State–Trait Anger Scale (STAS) Scores (N = 70)

Variables		**VAS**		**STAS**		
VAS	r	1		-0,001		
	p			0,994		
STAS	r	-0,001		1		
	p	0,994				
Linear Regression						
Predictor	**R**	**R2**	**F**	**t**	**p**	**B**
VAS	0,001	0,000	0,000	-0,007	0,994	-0,000076

r: Pearson correlation; *p<0,05; Linear regression; *p<0,01
Dependent Variable: **STAS**

The relationships between the mean VAS pain score and the mean score of the **State–Trait Anger Scale(STAS**) were examined using Pearson correlation analysis (Table 5). The analysis revealed no statistically significant relationship between the VAS pain score and the STAS score ($r = -0.001$; $p = 0.994$). When the predictive power of the VAS pain score on the STAS

score was evaluated using linear regression analysis, the model was found to be not statistically significant ($F = 0.000$; $p = 0.994$). The proportion of variance in anger levels explained by the VAS was extremely low ($R = 0.001$; $R^2 = 0.000$). The regression coefficient further indicated that the VAS pain score had no predictive effect on anger levels ($B = -0.000076$; $p = 0.994$).

CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

This study was conducted to determine the relationship between surgical fear levels and postoperative pain and anger levels in patients scheduled for surgical interventions in the breast–endocrine surgery clinic. The findings indicated that there was no statistically significant relationship between surgical fear levels and anger expression styles. Similarly, no significant relationship was found between surgical fear levels and VAS scores reflecting postoperative pain perception. Linear regression analyses further demonstrated that surgical fear did not predict either VAS pain scores or STAS scores; therefore, surgical fear was not identified as a determining variable in postoperative anger and pain experiences.

Overall, the results suggest that surgical fear in this study population was not directly associated with pain perception or anger expression styles. However, it should be considered that patients' psychosocial experiences during the surgical process are multidimensional and may be influenced by various individual and clinical factors. Accordingly, the management of surgical processes requires a holistic evaluation of psychosocial factors.

Based on these findings, it is recommended that the relationships between surgical fear and psychosocial variables be re-examined using larger sample sizes, different clinical settings, and multivariate statistical approaches. In addition, it is important for nurses to comprehensively assess patients' fear and anxiety levels during the preoperative period, to implement supportive, counseling-based interventions when necessary, and to develop individualized care strategies. Such practices may contribute to a more effective management of the surgical process in both physical and psychosocial terms.

REFERENCES

1. Akyolcu, N. (2008). Meme kanserinde cerrahi girişim sonrası cinsel yaşam. *Meme Sağlığı Dergisi (Journal of Breast Health), 4*(2), 77–83.
2. Bağdigen, M., & Karaman Özlü, Z. (2018). Validation of the Turkish version of the Surgical Fear Questionnaire. *Journal of Perianesthesia Nursing, 33*(5), 708–714. https://doi.org/10.1016/j.jopan.2017.05.007
3. Bilgin, E., & Özkan, E. (2025). Bariyatrik cerrahi geçirmiş kişilerin erken dönem uyumsuz şemaları, duygusal yeme ve öfke kontrol düzeyleri arasındaki ilişki. *Aydın İnsan ve Toplum Dergisi, 11*(1), 1–25.
4. De Zwaan, M., Enderle, J., Wagner, S., Mühlhans, B., Ditzen, B., Gefeller, O., & Müller, A. (2011). Anxiety and depression in bariatric surgery patients: A prospective follow-up study using

structured clinical interviews. *Journal of Affective Disorders, 133*(1–2), 61–68. https://doi.org/10.1016/j.jad.2011.03.025

5. Dilege, E., & Çelik, B. (2024). Meme kanseri tedavisinde evrim: Mastektomiden onkoplastik cerrahiye geçiş. *Türkiye Klinikleri Plastic Surgery – Special Topics, 13*(2), 6–12.
6. Engel, S., Jacobsen, H. B., & Reme, S. E. (2023). Surgical fear in women with breast cancer: A cross-sectional study of prevalence, severity, sources, and differences between patients with high, moderate, and low fear. *PLOS ONE, 18*(6), e0287641. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0287641
7. George, D., & Mallery, M. (2010). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference* (10th ed.). Pearson.
8. Gimm, O., Barczynski, M., Mihai, R., & Raffaelli, M. (2019). Training in endocrine surgery. *Langenbeck's Archives of Surgery, 404*(8), 929–944.
9. Günay, A., & Karahan, A. (2024). Mastektomi ile eş zamanlı meme rekonstrüksiyonu uygulanan hastalarda dijital teknoloji destekli eğitim ve izlemin anksiyete, ağrı, uyku ve yaşam kalitesi üzerine etkisi: Randomize kontrollü çalışma protokolü. *Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 9*(3), 251–272.
10. Hayden, M. J., Dixon, J. B., Dixon, M. E., & O'Brien, P. E. (2010). Confirmatory factor analysis of the Beck Depression Inventory in obese individuals seeking surgery. *Obesity Surgery, 20*(4), 432–439.
11. Karahan, E., Köstekli, S., Çelik, S., & Yanık, T. (2020). Meme cerrahisi uygulanan hastalarda taburculuk öncesi bilgi gereksinimleri. *Ankara Sağlık Bilimleri Dergisi, 9*(2), 230–243.
12. Karakaya, B. (2014). *Meme, tiroid, kolorektal ve over kanseri nedeniyle cerrahi uygulanmış hastalarda depresyon, anksiyete ve benlik saygısının değerlendirilmesi* (Uzmanlık tezi). Selçuk Üniversitesi, Tıp Fakültesi.
13. Mete, Z., & Avcı Işık, S. (2020). Total diz protezi ameliyatı planlanan hastaların cerrahi korku düzeyleri ile ameliyat sonrası ağrı düzeyleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *Türkiye Klinikleri Journal of Nursing Sciences, 12*(3), 337–347.
14. Nemli, A., Ceyhan, Ö., & Başer, M. (2017). Meme cerrahisi sonrası ağrı yönetiminde bir öneri: El masajı. *Türkiye Klinikleri Journal of Nursing Sciences, 9*(4).
15. Özveren, Y. D. (2011). Ağrı kontrolünde farmakolojik olmayan yöntemler. *Hacettepe Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Dergisi, 18*(1), 83–92.
16. Randa, S., Uğraş, G. A., & Eser, K. (2019). Meme kanserli kadınların cerrahi girişim sonrası yaşadıkları üst ekstremite sorunlarının yaşam kalitesine etkisi. *Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 12*(2), 170–181.
17. Ruşen, N. A. (2001). Travmatik bir yaşantı: Meme kanseri ve mastektomi. *Kriz Dergisi, 8*(1).
18. Şahin, M. (2019). Korku, kaygı ve kaygı (anksiyete) bozuklukları. *Avrasya Sosyal ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 6*(10), 117–135.
19. Theunissen, M., Peters, M., Schouten, E., Fiddelers, A., Willemsen, M., Pinto, P., & Marcus, M. (2016). Validation of the Surgical Fear Questionnaire in adult patients waiting for elective surgery. *PLOS ONE, 11*(6), e0162737. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162737
20. Türkmen, A. (2022). Tiroid cerrahisi ve perioperatif hemşirelik bakımı. *Selçuk Sağlık Dergisi, 3*(2), 180–191.

ÇOCUKLARDA BESLENMEDE TEKNOLOJİK YAKLAŞIMLAR: GÜNCEL BİR DEĞERLENDİRME

Fatma Dilek TURAN
Akdeniz University, Kumluca Health Science Faculty, Department of Pediatric Nursing, Kumluca, Antalya
ORCID: 0000-0001-6130-6896

ÖZET

Çocukluk çağı beslenmesi; büyüme-gelişme, bağışıklık sistemi, bilişsel işlevler ve uzun dönem kronik hastalık riskleri üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir. Ancak son yıllarda çocuklarda hem yetersiz beslenme hem de obezite ve sağlıksız beslenme davranışlarının birlikte artması, beslenmenin izlenmesi ve yönetilmesini güçleştirmektedir. Dijitalleşme ve teknolojik ilerlemeler, çocukluk çağı beslenme sorunlarının değerlendirilmesi, izlenmesi ve müdahalesinde yeni fırsatlar sunmaktadır. Bu derlemede, çocuklarda beslenme alanında kullanılan başlıca teknolojik yaklaşımlar (mobil sağlık uygulamaları, dijital medya temelli beslenme eğitimleri, tele-beslenme hizmetleri, giyilebilir teknolojiler ve yapay zekâ/kişiselleştirilmiş beslenme sistemleri) son beş yılın literatürü ışığında incelenmiştir. Son yıllarda yapılan sistematik derlemeler ve randomize kontrollü çalışmalar; mobil ve web tabanlı dijital beslenme müdahalelerinin çocuk ve ergenlerde sağlıklı beslenme bilgisini geliştirdiğini, bazı çalışmalarda diyet kalitesi ve beden ağırlığı üzerinde iyileştirici etkileri olabildiğini göstermektedir. Pediatrik tele-beslenme ve uzaktan diyet danışmanlığının, obezite, kronik hastalık ve önleyici beslenme hizmetlerinde yüz yüze bakım ile benzer klinik sonuçlar sağlayabildiği bildirilmektedir. Giyilebilir aktivite izleyicileri ve yapay zekâ temelli kişiselleştirilmiş beslenme yaklaşımlarının ise çocukluk çağında enerji dengesi ve beslenme davranışlarının bütüncül izlenmesinde tamamlayıcı rol üstlendiği görülmektedir. Pediatri hemşirelerinin bu teknolojileri kanıta dayalı ve etik bir çerçevede kullanması, çocuk ve ailelerin dijital sağlık okuryazarlığını desteklemesi ve teknolojinin olası riskleri konusunda rehberlik etmesi, çocukluk çağı beslenme sonuçlarının iyileştirilmesinde kritik önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çocukluk Çağı Beslenmesi; Dijital Sağlık; Mobil Sağlık Uygulamaları; Tele-beslenme; Kişiselleştirilmiş Beslenme

TECHNOLOGICAL APPROACHES TO NUTRITION IN CHILDREN: A CONTEMPORARY REVIEW

ABSTRACT

Childhood nutrition plays a critical role in growth and development, immune system functioning, cognitive performance, and long-term risks of chronic diseases. In recent years, the coexistence of undernutrition alongside increasing rates of childhood overweight and obesity has complicated the assessment and management of nutritional problems in children. Advances in digitalization and health-related technologies have created new opportunities for monitoring, evaluating, and managing childhood nutrition. This review examines major technological approaches used in childhood nutrition, including mobile health applications, digital media–based nutrition education, tele-nutrition services, wearable technologies, and artificial intelligence–driven personalized nutrition systems, with a focus on the literature published over the past five years. Recent systematic reviews and randomized controlled studies indicate that mobile- and web-based digital nutrition interventions can improve nutrition-related knowledge, dietary quality, and, in some cases, weight-related outcomes among children and adolescents. Additionally, tele-nutrition and remote dietary counseling have been shown to produce clinical outcomes comparable to face-to-face nutrition care in the management of childhood obesity, chronic conditions, and preventive nutrition services. Wearable activity trackers and artificial intelligence–supported personalized nutrition approaches appear to play a complementary role in the comprehensive monitoring of energy balance and dietary behaviors in childhood. The effective and ethical use of these technologies by pediatric nurses, along with efforts to enhance digital health literacy among children and families, is essential for improving nutritional outcomes and ensuring equitable, safe, and sustainable pediatric nutrition care.

Keywords: Childhood Nutrition; Digital Health; Mobile Health Applications; Tele-nutrition; Personalized Nutrition

ÇOCUKLARDA BAĞIŞIKLAMA VE YENİLİKÇİ YAKLAŞIMLAR

Fatma Dilek TURAN
Akdeniz University, Kumluca Health Science Faculty, Department of Pediatric Nursing, Kumluca, Antalya
ORCID: 0000-0001-6130-6896

ÖZET

Bağışıklama, çocukluk çağında morbidite ve mortaliteyi azaltan en etkili halk sağlığı girişimlerinden biri olmayı sürdürmesine karşın, son yıllarda pandemi, küresel çatışmalar, finansman kesintileri, aşılama karşıtlığı ve dijital çağın getirdiği bilgi kirliliği gibi etmenler nedeniyle risk altındadır. Dünya Sağlık Örgütü ve UNICEF verileri, 2023–2024 döneminde rutin çocukluk çağı aşılamasında kısmi bir toparlanma olmakla birlikte milyonlarca çocuğun hâlen eksik aşılı ya da sıfır doz çocuk statüsünde olduğunu göstermektedir. Bu tablo, klasik aşılama programlarının yanı sıra yenilikçi, teknoloji temelli ve kanıta dayalı yaklaşımların entegrasyonunu zorunlu kılmaktadır. Son beş yılda mobil sağlık (m-sağlık) uygulamaları, kısa mesaj ve uygulama bildirimleriyle hatırlatma-geri çağırma sistemleri, elektronik bağışıklama kayıtları, yapay zekâ destekli risk sınıflama algoritmaları ve kişiselleştirilmiş dijital danışmanlık modellerinin çocukluk çağı aşılanma oranlarını ve zamanlılığını anlamlı ölçüde artırabildiği gösterilmiştir. Bunun yanında, ebeveyn aşı tereddüdünü hedefleyen yapılandırılmış iletişim yaklaşımları, motivasyonel görüşme teknikleri ve kültürel olarak uyarlanmış dijital eğitim içerikleri, program başarısında kritik bir rol üstlenmektedir. Bu derlemede, çocukluk çağında bağışıklamanın güncel durumu özetlenmekte; teknolojik ve sistematik yenilikçi yaklaşımlar ele alınmakta; hemşirelik bakış açısı ile bu yaklaşımların klinik uygulamaya entegrasyonu, olası sınırlılıkları ve geleceğe yönelik öneriler tartışılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çocukluk çağı bağışıklaması; Aşı tereddüdü; Aşı reddi; Yenilikçi yaklaşımlar; Dijital sağlık teknolojileri

CHILDHOOD IMMUNIZATION IN THE DIGITAL ERA: INNOVATIVE STRATEGIES AND THE ROLE OF PEDIATRIC NURSING

ABSTRACT

Immunization remains one of the most effective public health interventions for reducing childhood morbidity and mortality; however, in recent years it has come under increasing threat due to pandemics, global conflicts, financial constraints, vaccine hesitancy, and widespread misinformation in the digital era. Although World Health Organization and UNICEF data indicate a partial recovery in routine childhood immunization coverage during 2023–2024, millions of children worldwide remain under-immunized or classified as zero-dose children. This situation underscores the urgent need to integrate innovative, technology-based, and evidence-informed strategies alongside conventional immunization programs. Over the past five years, studies have demonstrated that mobile health (mHealth) interventions—such as SMS-based reminders, app notifications, electronic immunization registries, and digital recall systems—can significantly improve vaccination coverage and timeliness. In addition, artificial intelligence–supported risk stratification tools and personalized digital counseling models have emerged as promising approaches to identifying high-risk populations and optimizing resource allocation. Addressing parental vaccine hesitancy has also become a critical component of immunization strategies, with structured communication models, motivational interviewing techniques, and culturally adapted digital educational materials shown to strengthen trust and acceptance. This review summarizes the current state of childhood immunization, examines innovative technological and programmatic approaches, and discusses their integration into clinical practice from a pediatric nursing perspective. The potential benefits, limitations, and future directions of these approaches are evaluated to inform sustainable and equitable immunization practices.

Keywords: Childhood immunization; Vaccine hesitancy; vaccine rejection; Innovative approaches; Digital health technologies

PSİKİYATRİK SEMPTOMATOLOJİDE AYIRICI TANI SÜRECİ: YAPISAL, FONKSİYONEL GÖRÜNTÜLEME VE ELEKTROFİZYOLOJİK YÖNTEMLERİN KLİNİK ENTEGRASYONU

Doç. Dr Gamze SARIKOÇ
University of Health Sciences Türkiye, Gülhane Faculty of Nursing,
Department of Psychiatric Nursing
ORCID: 0000-0003-1651-4308
Beyza KAYA
University of Health Sciences Türkiye, Gülhane Faculty of Nursing, Department of Psychiatric Nursing
ORCID: 0009-0007-4824-0133

ÖZET

Psikiyatri disiplini, kardiyoloji veya onkoloji gibi somatik tıp branşlarının aksine, tanılama süreçlerinde doğrulanmış biyolojik belirteçlerin rutin kullanımından yoksundur. Tanıların büyük ölçüde klinik gözleme ve hastanın subjektif bildirimlerine dayanması, bozukluklar arasında heterojenliğe neden olmakta ve "organik taklit" olarak adlandırılan durumların gözden kaçırılması riskini doğurmaktadır. Bir beyin tümörünün psikozla, travmatik beyin hasarının depresyonla veya ensefalitin şizofreni ile karışabildiği klinik tablolarda, görüntüleme yöntemleri hayati bir güvenlik bariyeri oluşturmaktadır. Bu çalışmanın amacı; psikiyatrik semptomlarla başvuran hastalarda ayırıcı tanı, risk sınıflandırması ve tedavi planlamasında kullanılan nörogörüntüleme ve elektrofizyolojik yöntemlerin klinik değerini irdelemektir.

Yapısal görüntüleme modalitelerinden Bilgisayarlı Tomografi (BT), yüksek hızı sayesinde acil servislerde intrakraniyal kanama, inme ve kitle gibi hayati risk taşıyan patolojilerin süratle ekarte edilmesinde birincil araçtır. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRI) ise üstün yumuşak doku çözünürlüğü ile demans tiplerinin ayrımında, ilk epizot psikoz vakalarında ve ince yapısal etyolojilerin dışlanmasında altın standarttır. Fonksiyonel görüntüleme yöntemleri olan PET ve SPECT, beynin metabolik aktivitesini ve kan akımını haritalayarak, özellikle Alzheimer ve Frontotemporal demans gibi nörodejeneratif süreçlerin sınıflandırılmasında kritik veriler sunar. Öte yandan Elektroensefalografi (EEG), beynin elektriksel aktivitesini milisaniye hassasiyetiyle ölçerek, deliryumda görülen yaygın yavaşlama ve non-konvülsif nöbet gibi akut işlev bozukluklarının saptanmasında vazgeçilmezdir. Sonuç olarak, psikiyatrik uygulamalarda yapısal, fonksiyonel ve elektrofizyolojik yöntemlerin entegre edildiği multimodal bir tanısal yaklaşım, hastaları geri dönüşsüz organik hasarlardan korumak, yanlış ilaç kullanımını önlemek ve doğru tedavi protokolünü oluşturmak adına modern tıbbın gerektirdiği en önemli güvenlik adımıdır.

Anahtar Kelimeler: Psikiyatri, Nörogörüntüleme, Ayırıcı Tanı, EEG, Klinik Uygulama.

DIFFERENTIAL DIAGNOSIS PROCESS IN PSYCHIATRIC SYMPTOMATOLOGY: CLINICAL INTEGRATION OF STRUCTURAL, FUNCTIONAL IMAGING, AND ELECTROPHYSIOLOGICAL METHODS

ABSTRACT

Unlike somatic medical disciplines such as cardiology or oncology, psychiatry does not routinely use validated biological markers in diagnostic processes. The reliance on clinical observation and patients' subjective reports leads to heterogeneity among disorders and poses the risk of overlooking conditions known as "organic mimics." In clinical scenarios where a brain tumor may mimic psychosis, traumatic brain injury may present as depression, or encephalitis may be mistaken for schizophrenia, imaging methods constitute a vital safety barrier. This study aims to examine the clinical value of neuroimaging and electrophysiological methods used in differential diagnosis, risk stratification, and treatment planning for patients presenting with psychiatric symptoms.

Among structural imaging modalities, Computed Tomography (CT) is the primary tool in emergency settings for rapidly ruling out life-threatening pathologies such as intracranial hemorrhage, stroke, and masses due to its high speed. Magnetic Resonance Imaging (MRI), with its superior soft-tissue resolution, is the gold standard for differentiating types of dementia, evaluating cases of first-episode psychosis, and excluding subtle structural etiologies. Functional imaging methods, such as PET and SPECT, map the brain's metabolic activity and blood flow, providing critical data particularly for classifying neurodegenerative processes like Alzheimer's and Frontotemporal dementia. On the other hand, Electroencephalography (EEG), which measures the brain's electrical activity with millisecond precision, is indispensable for detecting acute dysfunctions such as the diffuse slowing seen in delirium and non-convulsive seizures. In conclusion, a multimodal diagnostic approach integrating structural, functional, and electrophysiological methods in psychiatric practice is the most crucial safety step required by modern medicine to protect patients from irreversible organic damage, prevent incorrect medication use, and establish the correct treatment protocol.

Keywords: Psychiatry, Neuroimaging, Differential Diagnosis, EEG, Clinical Practice.

1. GİRİŞ

Psikiyatri alanındaki tanısal süreç, çağdaş tıbbın diğer dallarından belirgin bir şekilde ayrılmaktadır. Kardiyolojinin EKG'ye, endokrinolojinin kan tahlillerine veya onkolojinin biyopsiye dayandığı yerde, psikiyatri büyük ölçüde klinik gözlem ve hastanın bildirimlerine dayalı bir sınıflandırma sistemi kullanır (Farah & Gillihan, 2012). Doğrulanmış biyolojik

belirteçlerin yokluğunda, tanı sistemlerimiz güvenilirlik, istikrar ve özgüllük sorunlarıyla boğuşmakta, bu da bozukluklar arasında heterojenliğe ve örtüşmelere yol açmaktadır (Bakam & Tayal, 2025). Bu tanısal belirsizlik, yalnızca bireyselleştirilmiş tedavi kararlarını sınırlamakla kalmamakta, aynı zamanda psikiyatrik araştırma, risk sınıflandırması ve prognoz belirleme konusunda da zorluklar yaratmaktadır (Bakam & Tayal, 2025).

Psikiyatrik semptomlar, genellikle altta yatan ciddi bir somatik veya nörolojik bozukluğun ilk belirtisi olabilir. Depresyon belirtileri; enfeksiyon, toksisite, inflamasyon veya travmatik beyin hasarı (TBI) gibi durumların bir sonucu olarak ortaya çıkabilir (Bakam & Tayal, 2025). Benzer şekilde, yeni başlangıçlı bir psikoz atağı, aslında bir beyin tümörü, bir inme veya otoimmün ensefalit gibi tedavi edilebilir nörolojik bir durumun klinik yüzü olabilir (Bakam & Tayal, 2025). Bu nedenle, psikiyatri hemşiresi ve klinisyeni için görüntülemenin temel değeri, hastayı "organik taklit" adı verilen bu durumlardan korumaktır. Bir BT veya MRI istemi, psikiyatrik tanıyı "doğrulamak" için değil, hastayı yanlış tanı ve yanlış tedaviden (örneğin, bir beyin tümörüne antipsikotik vermek veya bir ensefalit vakasını şizofreni olarak etiketlemek) korumak için yapılan kritik bir güvenlik adımıdır (Bakam & Tayal, 2025).

2. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma, psikiyatrik tanılama ve ayırıcı tanı süreçlerinde kullanılan nörogörüntüleme tekniklerinin ve elektrofizyolojik yöntemlerin incelendiği kapsamlı bir literatür derlemesidir. Çalışma kapsamında; Bilgisayarlı Tomografi (BT), Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRI), Fonksiyonel MRI (fMRI), Pozitron Emisyon Tomografisi (PET), Tek Foton Emisyonlu Bilgisayarlı Tomografi (SPECT) ve Elektroensefalografi (EEG) yöntemleri ele alınmıştır.

3. ARAŞTIRMA VE BULGULAR

3.1 YAPISAL GÖRÜNTÜLEME YÖNTEMLERİ

Yapısal görüntüleme, beynin fiziksel anatomisini yani "donanımını" inceler. Psikiyatride kullanılan iki temel yapısal modalite BT ve MRI'dır; aralarındaki seçim, klinik aciliyete ve sorulan spesifik soruya bağlıdır(Lund ve ark., 2025).

3.2 BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ (BT)

Bilgisayarlı Tomografi (BT), vücudun kesitsel anatomik görüntülerini oluşturmak için X-ışınlarını kullanır ve en büyük avantajı hızıdır; tam bir beyin taraması dakikalar içinde tamamlanabilir (Lund ve ark., 2025). Bu özellik, BT'yi psikiyatride bir "güvenlik kontrolü" ve acil durum aracı haline getirir (Dabas ve ark., 2024).

Klinik Endikasyonlar: Yeni başlangıçlı konfüzyon (deliryum) veya ajitasyon durumunda, özellikle yaşlı hastalarda veya altta yatan tıbbi bir neden şüphesi varsa BT istenir (Lund ve ark.,

2025). Ayrıca bir düşme, kaza veya saldırı sonrası ajitasyon geliştiren hastalarda ve durumu stabil olmayan yeni başlangıçlı psikoz vakalarında ilk değerlendirme aracıdır (Dabas ve ark., 2024).

Gözlenen Bulgular: Acil psikiyatri servisinde BT istendiğinde, klinisyenler öncelikle hayatı tehdit eden "gözden kaçırılmaması gereken" (must-not-miss) patolojileri arar (Dabas ve ark., 2024). Bunlar arasında travmatik beyin hasarına bağlı hematomlar (kanama), psikiyatrik belirtilerle ortaya çıkabilen akut inmeler ve büyük beyin tümörleri yer alır (Dabas ve ark., 2024).

3.3 MANYETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME (MRI)

Manyetik Rezonans Görüntüleme radyasyon yerine güçlü manyetik alanlar kullanarak beynin yumuşak dokusunun (gri cevher ve beyaz cevher) son derece ayrıntılı görüntülerini oluşturur. BT'den daha yavaş olmakla birlikte, yumuşak doku patolojilerini tespit etmede çok daha hassastır (Dabas ve ark., 2024).

Klinik Endikasyonlar: MRI, acil durumdan ziyade ayrıntılı tanısal değerlendirme için tercih edilir. Amerikan Nöroloji Akademisi (AAN) kılavuzları, bilişsel bozukluk şikayeti olan hastaların değerlendirilmesinde tedavi edilebilir yapısal nedenleri dışlamak için MRI yapılmasını önermektedir (Hoffmann ve ark., 2025). Ayrıca İlk Epizot Psikoz (FEP) vakalarında, özellikle geç başlangıç yaşı veya nörolojik semptomlar gibi atipik özellikler varsa, organik nedenleri (MS, ensefalit, küçük tümörler) dışlamak için APA tarafından önerilen modalitedir (Hoffmann ve ark., 2025).

Gözlenen Bulgular: MRI, BT'nin kaçırabileceği ince yapısal değişiklikleri gösterir. Alzheimer Hastalığı'nda karakteristik medial temporal lob ve hipokampal atrofi, vasküler demansa işaret eden beyaz cevher lezyonları ve otoimmün ensefalit gibi durumlarda limbik sistemdeki sinyal artışları MRI ile tespit edilebilir (Siddiqui ve ark., 2024).

3.4 FONKSİYONEL VE METABOLİK GÖRÜNTÜLEME

Yapısal görüntüleme beynin "donanımına" bakarken, fonksiyonel ve metabolik görüntüleme (nükleer tıp yöntemleri) beynin "faaliyetine" (kan akışı, glikoz kullanımı) bakar (Amen & Easton, 2021).

3.5. SPECT (Tek Foton Emisyonlu Bilgisayarlı Tomografi)

SPECT, enjekte edilen bir radyo-izleyicinin dağılımını izleyerek bölgesel serebral kan akımının (rCBF) haritasını oluşturur (Amen & Easton, 2021).

Klinik Rolü: Temel rolü nörodejeneratif bozuklukların, özellikle de demansın ayırıcı tanısıdır. Alzheimer Hastalığı'nda en karakteristik bulgu bilateral temporoparietal hipoperfüzyon iken,

Frontotemporal Demans'ta frontal ve anterior temporal hipoperfüzyon gözlenir (Amen & Easton, 2021).

Hemşirelik Yönetimi: İşlem, "Uptake" (Tutulum) döneminde hastanın sessiz ve loş bir odada beklemesini gerektirir. Psikoz veya mani gibi durumlarda bu "duyusal kısıtlama" semptomları kötüleştirebileceğinden, hemşirenin hastayı hazırlaması ve süreci yönetmesi kritiktir (Amen & Easton, 2021).

3.6 PET (Pozitron Emisyon Tomografisi)

PET, SPECT'ten daha yüksek çözünürlüklü ve hassas bir yöntemdir (Ward ve ark., 2023).

FDG-PET: Demans ayırıcı tanısında fonksiyonel görüntülemede "altın standart" olarak kabul edilir (Minoshima ve ark., 2022). Çalışmalar, Alzheimer tanısında FDG-PET'in duyarlılığının (%76), SPECT'e (%43) kıyasla anlamlı derecede yüksek olduğunu göstermektedir (Minoshima ve ark., 2022). Lewy Cisimcikli Demans (DLB) ayırıcı tanısında, Alzheimer'dan farklı olarak oksipital lobda hipometabolizma ve "Singulat Adası Belirtisi" ayırt edici bulgulardır (Minoshima ve ark., 2022).

Amiloid ve Tau PET: Bu testler Alzheimer patolojisini doğrudan ölçer ancak rutin değildir. Sadece tanısal belirsizlik durumunda ve sonucun hasta yönetimini değiştireceği durumlarda kullanılması uygundur (Alzheimer’s Association, 2025).

3.7 ARAŞTIRMA ODAKLI YÖNTEMLER

FMRI ve MRS: Fonksiyonel MRI (fMRI), beyni "izole bölge" modelinden "beyin ağı/devre" modeline (Varsayılan Mod Ağı ve Belirginlik Ağı gibi) taşıyan bir araştırma aracıdır (Bakam & Tayal, 2025; Zhang ve ark., 2025).

Manyetik Rezonans Spektroskopisi (MRS) ise beyin nörokimyasına bakar. Çalışmalar, Bipolar Bozukluk hastalarının ventral prefrontal beyaz cevherde Major Depresyon hastalarına göre daha yüksek glutamat seviyelerine sahip olduğunu göstermiş, bu bulgunun ayırıcı tanıda kullanılabileceği öne sürülmüştür (Bakam & Tayal, 2025).

3.8 ELEKTROENSEFALOGRAFİ (EEG)

EEG, beynin anatomisine veya yavaş metabolik faaliyetine değil, gerçek zamanlı elektriksel aktivitesine bakar (Yun, 2024). Mükemmel zamansal çözünürlüğü sayesinde, nöbetler ve deliryum gibi anlık işlev bozukluklarını değerlendirmek için vazgeçilmezdir (Yun, 2024).

Deliryum Tanısı: Akut mental durum değişikliği olan hastalarda, deliryumu diğer psikiyatrik durumlardan ayırmak için kritiktir. Deliryumun en karakteristik EEG bulgusu, alfa ritminin kaybolması ve yerine teta/delta dalgalarının geçmesiyle oluşan yaygın diffüz yavaşlamadır (Yun, 2024).

Uyku Bozuklukları: Polisomnografi (PSG) kapsamında kullanılan EEG, REM Uyku Davranış Bozukluğu (RBD) tanısında kas atonisinin kaybını tespit ederek nörodejeneratif risk belirlemede rol oynar (Deng ve ark., 2024).

Klinik Uygulama Notu: Psikiyatri hastaları EEG'yi "elektroşok" (EKT) ile karıştırabilir veya paranoid düşüncelerle cihazın "düşüncelerini okuyacağından" korkabilir. Hemşirenin, işlemin sadece mevcut elektriksel aktiviteyi kaydettiğini açıklaması ve güven vermesi gerekir (Yun, 2024).

4. SONUÇ

Psikiyatrik tanılarda görüntüleme yöntemleri multimodal bir yaklaşım gerektirir. Acil durumlarda hayati riskleri ekarte etmek için BT, detaylı yapısal etyolojiyi araştırmak için MRI, nörodejeneratif süreçlerin sınıflandırılması için PET/SPECT ve gerçek zamanlı işlev bozuklukları için EEG kullanılmalıdır. Bu teknolojiler, psikiyatrik semptomların altında yatan "organik taklitçileri" tespit ederek hastaların doğru tanı ve tedaviye ulaşmasını sağlayan en kritik güvenlik adımıdır (Bakam & Tayal, 2025; Yun, 2024).

KAYNAKÇA

Alzheimer's Association. (2025). Appropriate use criteria for Amyloid and Tau PET imaging. *ALZPro*.

Amen, D. G., & Easton, M. (2021). A new way forward: How brain SPECT imaging can improve outcomes and transform mental health care into brain health care. *Frontiers in Psychiatry*, *12*, 715315.

Bakam, A., & Tayal, Y. (2025). Neuroimaging in psychiatry: An overview. *Preprints*. https://doi.org/10.20944/preprints202511.0202.v1

Deng, G., Niu, M., Rao, S., Luo, Y., Zhang, J., Xie, J., Yu, Z., Liu, W., Zhang, J., Zhao, S., Pan, G., Li, X., Deng, W., Guo, W., Zhang, Y., Li, T., & Jiang, H. (2025). A unified, flexible, large polysomnography model for sleep staging and mental disorder diagnosis. *medRxiv*. https://doi.org/10.1101/2024.12.11.24318815

Duan, Y., Li, S., Jia, S., Yu, F., Wang, X., & Long, Y. (2025). Systematic review and meta-analysis of the effects of EEG neurofeedback combined with pharmacological treatment on the positive and negative symptoms in patients with schizophrenia. *Frontiers in Psychiatry*, *16*, 1537329.

Farah, M. J., & Gillihan, S. J. (2012). Diagnostic brain imaging in psychiatry: Current uses and future prospects. *AMA Journal of Ethics*, *14*(6), 464-471.

Hao, Y., Han, Y., Huang, J., Hao, C., Yu, B., Wei, S., & Zhou, K. (2025). The application of electroencephalogram in depression research: Bibliometric and technological application analysis from 2005 to 2025. *Frontiers in Neuroscience*, *19*, 1653693.

Hoffmann, J. A., Parikh, T. K., Lorenz, D., Goldman, M. P., Powers, E. M., Patel, S. J., Lavina, I. S., Heyming, T. W., England, J. T., Saidinejad, M., Claudius, I., Ghosh, P., Shapiro, D. J., Swan, T. B., Bouvay, K. L., & Kurowski, E. M. (2025). Clinically significant neuroimaging findings among pediatric patients presenting to the emergency department with symptoms of psychosis. *Academic Emergency Medicine*. https://doi.org/10.1111/acem.70155

Khan, S., Dabas, M. M., Bedros, A. W., Kim, D. H., Kim, J. W., Samreen, M., Alameri, A. D., Mohamed, N. M., Rehman, A., Shehryar, A., & Mahmood, R. (2024). Comparative efficacy of MRI and CT in traumatic brain injury: A systematic review. *Cureus*, *16*(10), e72086.

Lund, A. M., Larsen, J. J., & Schmidt, T. A. (2025). Brain computed tomography overutilization in an emergency department setting. *Emergency Care and Medicine*, *2*(3), 44.

Minoshima, S., Cross, D., Thientunyakit, T., Foster, N. L., & Drzezga, A. (2022). 18F-FDG PET imaging in neurodegenerative dementing disorders: Insights into subtype classification, emerging disease categories, and mixed dementia with copathologies. *Journal of Nuclear Medicine*, *63*(Suppl 1), 2S-12S.

O'Brien, J. T., Firbank, M. J., Davison, C., Barnett, N., Bamford, C., & Donaldson, C. (2014). 18F-FDG PET and perfusion SPECT in the diagnosis of Alzheimer and Lewy body dementias. *Journal of Nuclear Medicine*, *55*(12), 1959–1965.

RSNA & ACR. (2020). *Acute mental status change, delirium, and new onset psychosis*. RadiologyInfo.org.

Siddiqui, J., Qureshi, S., & Dahlawi, A. (2024). Neuroimaging and psychiatric disorders: A literature review. *Indian Journal of Mental Health*, *10*, 79-84.

Ward, J., Ly, M., & Raji, C. A. (2023). Brain PET imaging: Frontotemporal dementia. *PET Clinics*, *18*(1), 123-133.

Weih, M., Degirmenci, U., Kreil, S., Lewczuk, P., Schmidt, D., Kornhuber, J., & Kuwert, T. (2010). Perfusion imaging with SPECT in the era of pathophysiology-based biomarkers for Alzheimer's disease. *International Journal of Alzheimer's Disease*, *2010*, 109618.

Yun, S. (2024). Advances, challenges, and prospects of electroencephalography-based biomarkers for psychiatric disorders: A narrative review. *Journal of Yeungnam Medical Science*, *41*(4), 261-268.

Zhang, H., & Hu, Y. (2025). The value of multimodal neuroimaging in the diagnosis and treatment of post-traumatic stress disorder. *Translational Psychiatry*, *15*(1), 208.

KOLON KANSERİ HÜCRE HATTINDA BI-5521 İNHİBİTÖRÜNÜN SİTOTOKSİK ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

Aydın SEVER
Bingöl University, Health Services Vocational School, Elderly Care Program, 12100 Bingöl
ORCID: 0000-0002-6727-1556
Havva AYBEK
Bingöl University, Health Services Vocational School, Pharmacy Services Department, 12100 Bingöl
ORCID: 0000-0000-1700-8480

ÖZET

Kolon kanseri erkek ve kadınlarda en fazla ölüme neden olan kanserler arasında yer almaktadır. Birçok kanser türünde olduğu gibi farklı tedavi seçeneklerine rağmen kolon kanseri tedavisinde yeterli başarı elde edilememektedir. Bu sebeple yeni tedavi yaklaşımlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu anlamda çeşitli inhibitörler geliştirilmiştir. Serin/treonin kinaz Üyesi olan GSK-3 birçok hastalıkla ilişkilendirilmekte ve hücre döngüsü ve çoğalmasını etkilediği bilinmektedir. BI-5521'in terapötik olarak faydalı bir araç olabileceği belirtilmektedir. Bu çalışmada kolon kanseri hücre hattı Caco-2'de BI-5521 inhibitörünün canlılık, 2D koloni, 3D hanging drop spheroid oluşum ve migrasyon üzerine etkisi araştırıldı. Kristal viyole canlılık deneyinde hücrelerin IC50 değeri 203.673 nm olarak ve IC25 43.418 olarak tespit edildi. Bu değerler referans alınarak yapılan yara iyileşmesi deneyinde 24. saatin sonunda kontrole kıyasla anlamı bir fark görüldü ($p<0,05$). Benzer şekilde BI-5521 tedavisi ile hücrelerin koloni yapma kabiliyetinde anlamlı azalma tespit edildi ($p<0,05$). Spheroid büyüklüğü kontrole kıyasla anlamlı düzeyde küçük bulundu ($p<0,05$). Bu sonuçlar, Caco-2 hücre hattında ilgili inhibitörün sitotoksik özellik gösterdiğini, göç kabiliyetini azalttığı 2D ve 3D ortamda etkili sonuçlar ortaya koyduğunu göstermektedir. Bu sonuçların inhibitör aracılığıyla hücre döngüsü ve metabolik basamakların bozulması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. BI-5521 ile yapılacak ileri düzey moleküler deneylerin altta yatan mekanizmaların aydınlatılmasına yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kolon kanseri, GSK inhibitörü, BI-5521canlılık, migrasyon, koloni

INVESTIGATION OF THE CYTOTOXIC PROPERTIES OF THE BI-5521 INHIBITOR IN A COLON CANCER CELL LINE

ABSTRACT

Colon cancer is among the cancers that cause the highest mortality in both men and women. As with many cancer types, despite different treatment options, sufficient success has not been achieved in the treatment of colon cancer. Therefore, there is a need for new therapeutic approaches. In this context, various inhibitors have been developed. GSK-3, a member of the

serine/threonine kinase family, is associated with many diseases and is known to affect the cell cycle and proliferation. BI-5521 has been reported to be a therapeutically beneficial tool. In this study, the effects of the BI-5521 inhibitor on viability, 2D colony formation, 3D hanging drop spheroid formation, and migration were investigated in the colon cancer cell line Caco-2. In the crystal violet viability assay, the IC50 value of the cells was determined as 203.673 nM and the IC25 value as 43.418 nM. In the wound healing assay performed based on these values, a significant difference was observed at the end of 24 hours compared to the control ($p<0.05$). Similarly, a significant decrease in the colony-forming ability of the cells was detected with BI-5521 treatment ($p<0.05$). Spheroid size was found to be significantly smaller compared to the control ($p<0.05$). These results indicate that the inhibitor exhibits cytotoxic properties in the Caco-2 cell line, reduces migratory capacity, and produces effective outcomes in both 2D and 3D environments. These findings are thought to be associated with disruption of the cell cycle and metabolic pathways mediated by the inhibitor. It is considered that further advanced molecular experiments with BI-5521 will help elucidate the underlying mechanisms.

Keywords: Colon cancer, GSK inhibitor, BI-5521 viability, migration, colony

1. GİRİŞ

Kolorektal kanser grubu erkek ve kadınlarda sıklıkla görülmektedir. Çok fazla ölüme sebep olması, geç teşhisi ve tedavisinin zor olması yeni tedavi yaklaşımlarına olan ihtiyacı artırmaktadır. Bu sebeple yeni yolakları hedefleyen stratejiler umut vaadetmektedir. Kemoterapi kanser tedavisinde sıklıkla tercih edilen bir yaklaşımdır . Bu amaçla üretilen bir çok ajan kemoterapik ajan bulunmaktadır (Zhang et al., 2024). Dünyanın birçok bölgesinde çeşitli araştırmacılar farklı yolaklar üzerinden etki eden çeşitli tedavi ajanların geliştirmektedir (Lee, Bode, & Dong, 2011). İnhibitörler, bu kapsamda dikkat çeken bir gruptur. Serin/treonin kinaz GSK-3, birçok hastalıkla ilişkilendirilmektedir. Bu sebeple GSK-3 inhibisyonunun terapötik fayda sağlayacağı tahmin edilmekte ve bu grupta birçok inhibitor geliştirilmektedir (Eldar-Finkelman & Martinez, 2011). Hücre çoğalması ve hücre döngüsünün düzenlenmesi gibi olaylarda görev alan GSK-3 inhibisyonunun kanser tedavisinde ortaya çıkan direncin aşılmasında etkili olabileceği vurgulanmaktadır. Apoptotik ve anti apoptotik birçok proteinle ilişkili olan GSK-3'ün tümör promotörü olarak çeşitli kanser türlerinde yüksek seviyede ekspre edildiği görülmektedir. Wnt yolağı ile ilişkili olduğunun bilinmesi ve kolorektal kanserlerde bu yolağın etkili olması GSK-3 inhibitörlerinin bu kanser türünde kullanımına ilgiyi artırmaktadır (Karati, Shaoo, Mahadik, & Kumr, 2022; McCubrey et al., 2014). GSK-3 inhibitörünün osteosarkom hücrelerinde etkili sonuçlar ortaya koyduğu gösterilmiştir (Guo et al., 2025). Bu

çalışmada literatürde yeterli araştırmanın olmadığı GSK-3 inhibitörü BI-5521'in Caco-2 kolon kanseri hücre hattında sitotoksik yönleriyle araştırılmıştır. İnhibitör uygulamasıyla değişen canlılık için kristal viyole canlılık deneyi yapılmıştır. Bu deneyde elde edilen IC50 değeri baz alınarak yapılan koloni formasyon deneyinde BI-5521 ile hücrelerin koloni yapma kabiliyetinin anlamlı düzeyde düştüğü görülmüştür ($p<0,05$). Benzer şekilde hücrelerin tedavi ile değişen migrasyon yeteneğini tespit etmek amacıyla yapılan Wound healing canlılık deneyinde yara alanının kontrol ile kıyaslandığında anlamlı düzeyde büyük olduğu görülmüştür ($p<0,05$). 3D spheroid oluşumunun inhibitor uygulamasıyla alan büyüklüğü olarak azaldığı görülmüştür ($p<0,001$). Bu sonuçlar ilgili inhibitörün kolon kanseri hücre hattında sitotoksik yönüyle etkili olduğunu göstermiştir. Yapılacak ileri deneyler ile bu sonuçların altında yatan mekanizmaların aydınlatılması gerekmektedir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Kimyasallar ve ajanlar

The phosphate buffered saline (PBS), Dulbecco's modified eagle medium (DMEM), penicillin/streptomycin, trypsin-EDTA ve fetal bovine serum (FBS) Gibco (Grand Island, NY, USA) firmasından satın alınmıştır. Trypan blue, dimethyl sulfoxide (DMSO), methanol, acetic acid ve Sigma Aldrich (St. Louis, MO, USA) firmasından temin edilmiştir. 25 ve 75 cm 2 hücre kültürü şişeleri (Sarstedt, Numbrecht, Almanya); mikrosantrifüj tüpleri, 15 ve 50 mL Eppendorf tüpleri (Isolab, Eschau, Almanya); 6 ve 96 kuyulu mikroplaklar (Corning, NY, ABD); 5-10-25 mL steril pipetler ve plastik pipet uçları, 6 cm Petri kapları (Costar, Washington, DC, ABD) firmasından alınmıştır. İnhibitör BI-5521 Boehringer Ingelheim firmasından temin edilmiştir (https://www.opnme.com/molecules/gsk-3-bi-5521).

2.2. Hücre kültürü

Deneylerde kullanılan Caco-2 hücreleri Dicle Üniversitesi Öğretim Üyelerinden Doç. Dr. Sevgi İRTEGÜN tarafından paylaşıldı. Tüm deneyler GCCP (Good Cell Culture Practice) aseptik standartları dikkate alınarak yapıldı. Hücrelerin çoğaltmak için %10 fetal FBS, 64 µg/mL penisilin ve 100 µg/mL streptomisin içeren yüksek glikozlu DMEM tercih edildi. İnkübasyon koşulları %5-6 CO_2 içeren nemli 37°C olarak belirlendi.

2.3. Hücre canlılığı

KHK inhibitörünün hücrelerde oluşturduğu etkinin tespit edilmesi amacıyla parker ve arkadaşlarının protokolü uyarlanarak uygulandı (Parker et al., 2022). Bu deneyde 24 kuyucuklu plakaya her bölmede 50 bin hücre olacak şekilde Caco-2 hücresi ekildi. Tutunan hücreler artan dozlarda inhibitör ile 72 saat süre ile tedavi edildi. Tedavi sonunda ilaçlı DMEM

uzaklaştırılarak kuyucuklar 2 defa PBS ile yıkandı. Hücrelerin sabitlenmesi için metanol-asestik asit (3:1) karışımı 5 dakika süre ile uygulandı. Hücrelerin boyanması için her kuyucuk 1 ml %0,5 kristal viyole (Crystal Violet) boyası ile 15 dakika boyandı. Boya uzaklaştırılarak kuyucuklara 1 ml %10 asetik asit (%100 Asetik asit + 9 ml ddH2O) eklenerek karıştırıcıda 5 dakika çalkalandı. Kuyucuklardaki asetik asit çözeltisi spektrofotometre ile 595 nm'de okundu. Kontrol grubu canlılığı %100 kabul edilerek karşılaştırma yapıldı.

2.4. Koloni formasyon

Tedavi ile ortaya çıkan Koloni yapma kabiliyetini ölçmek amacıyla koloni formasyon deneyi gerçekleştirildi bu deney için Gomez ve arkadaşlarının metodu referans alındı (Gomez et al., 2015). Kısaca 6 kuyruklu plakaların her bir bölmesine 3.000 hücre ekimi yapıldı hücrelerin tutulduğundan emin olunduktan sonraki gün hücreler canlılık deneyleriyle elde edilen değerler dikkate alınarak 72 saatlik tedaviye maruz bırakıldı. Süre sonunda ilaçlı besiyeri uzaklaştırılarak kuzucuklar PBS ile 2 defa yıkandı. Taze besiyer eklenerek inkübatörde 15 gün süreyle bekletildi. Tedavi sonunda hücreler fikse edilerek koloniler mikroskop altında sayıldı. Her bir grup kontrol ile kıyaslandı.

2.5. Yara iyileşme deneyi

İlgili inhibitor ile tedavi edilen kolon kanseri hücrelerinin göç etme yeteneğini tespit edebilmek amacıyla yara iyileşmesi deneyi yapıldı (Zomer et al., 2019). Bu deney kısaca şöyle gerçekleştirildi; öncelikle alt kuyucuklu plakaların her bir bölgesinin %80 yoğunluk olacak şekilde ekim gerçekleştirildi ertesi gün steril bir pipet ucuyla kutucukların orta bölmesine lineer bir çizgi oluşturuldu. Kalkan hücrelerin temizlenmesi amacıyla 2 defa PBS ile yıkandı. Yıkamanın ardından canlılık deneylerinde elde edilen dozları dikkate alınarak tedaviler uygulandı. 0. ve 24. saatlerde mikroskop altında fotoğraflar çekildi. Her grup yara alanının kapanması yönünden kontrole göre analiz edildi.

2.6. 3D Spheroid oluşum

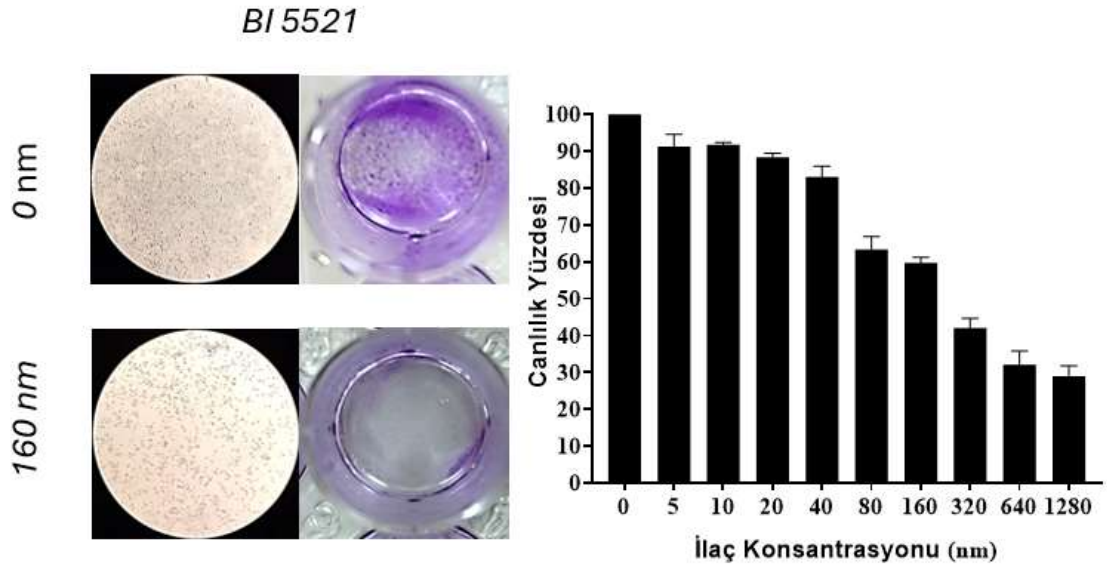
İlgili hücre hatlarında tedavi sonrasında ortaya çıkan speroid oluşturma yeteneği tayin etmek amacıyla kanser araştırmaları ve hücre biyolojisinde yaygın uygulamaya sahip temel bir teknik olan hanging drop seçildi (Rasouli, Safari, Kanani, & Ahvati, 2024). Özetle her bir damlada 25 bin hücre olacak şekilde plaka kapağına ilaçlı DMEM içerisinde ekim yapıldı. Süre sonunda damlalar bozulmadan bırakılarak sferoidler kapak üzerinden inverted mikroskop ile doğrudan görüntülendi. Görüntüler morfolojik değerlendirme amacıyla kaydedilip büyüklük yönüyle karşılaştırıldı.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

GSK-3 ailesi 40 yıl önce tanımlanmış serin/treonin kinaz ailesi Üyesi olup, kanser dahil birçok hastalıkla bağlantılı olduğu ortaya çıkmıştır. Bu sebeple çeşitli hastalıkların tedavisinde bu ailenin inhibe edilmesi amacıyla çeşitli inhibitörler geliştirilmiştir (Joshi, Soujanya, Sai Supriya, Yaddanapudi, & Nanduri, 2025). GSK ailesinin aşırı ekspresyonu birçok kanser türünde kötü prognoz ile ilişkilenidirilmektedir (Eldehna et al., 2021). Bazı kanser türlerinden yüksek GSK seviyesinin hücrelerin hayatta kalmasıyla yakından ilişkili olduğu vurgulanmaktadır. Bu anlamda GSK inhibitörleri kanser tedavisinde dikkat çeken bir potansiyele sahiptir.

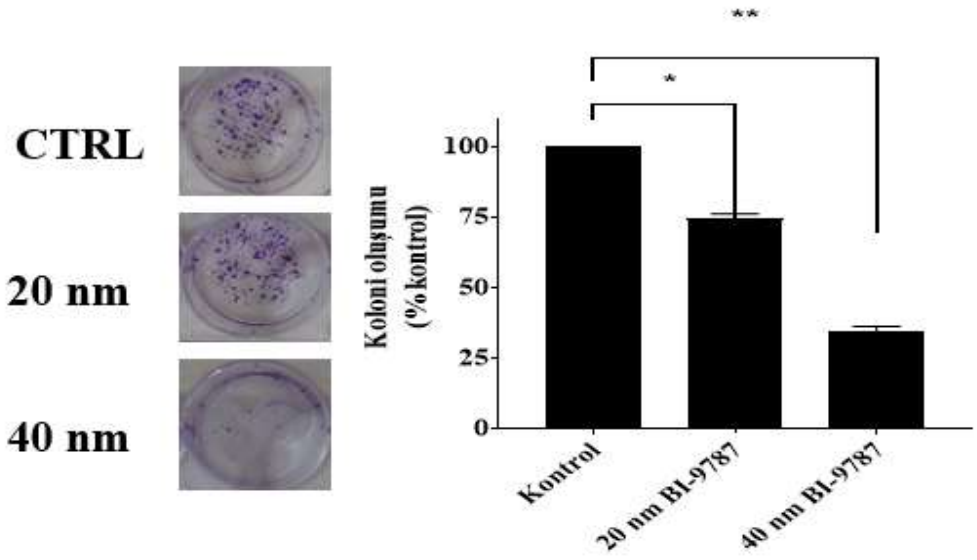
3.1. Canlılık Sonuçları

Şekil 1'de canlılık deneyi mikroskop görüntüsü ve grafiği görülmektedir. BI 5521 inhibitörü ile yapılan tedavi sonrasında hücrelerin özellikle 160 nm sonrasında öldüğü görülmüştür. İlgili hücre hattında IC50 değeri 203.673 nm IC25 değeri ise 43.418 nm olarak bulunmuştur.



Şekil 21. Kristal Viyole Canlılık Deneyi ve Grafiği (nm: Nanomolar)

3.2. Koloni Formasyon Deneyi Sonuçları

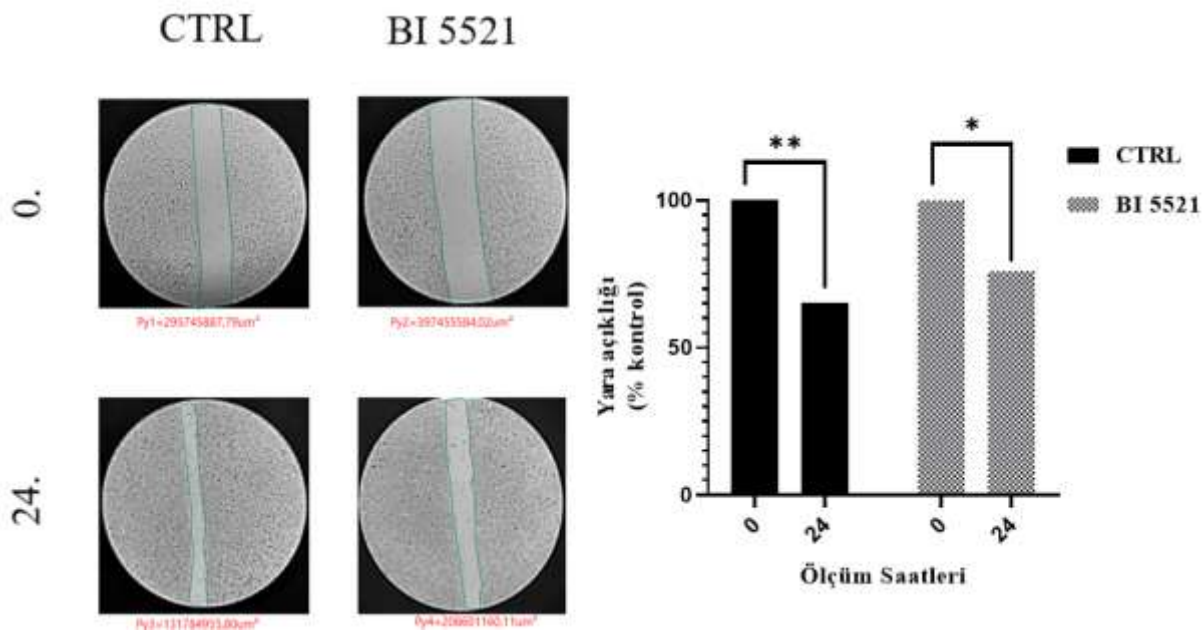


Şekil 22. Koloni Formasyon Deneyi ve Grafiği (CTRL: Kontrol, nm: Nanomolar,*: p<0,05, **p<0,01)

Şekil 2'de canlılık deneyleri ile elde edilen değerler dikkate alınarak yapılan koloni formasyon deneyi ve koloni sayılarının grafiği görülmektedir. Uzun dönem BI 5521 tedavisi ile Caco-2 hücre hattında koloni kabiliyetinin azaldığı tespit edilmiştir.

3.3. Wound healing sonuçları

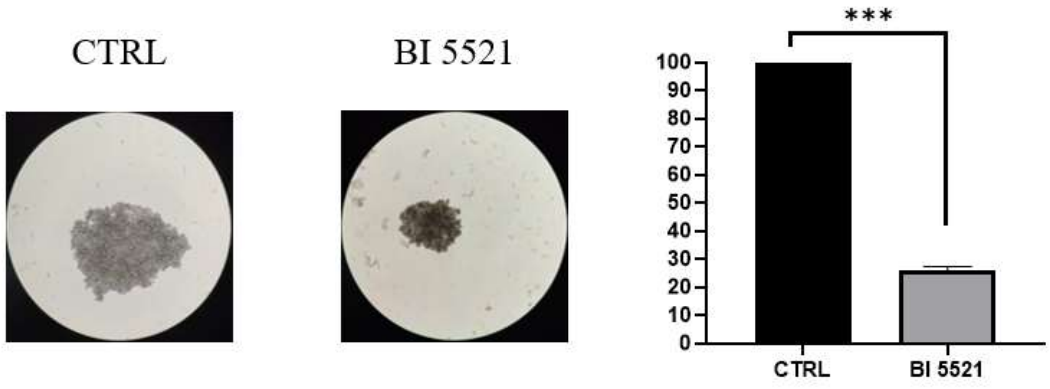
Hücrelerin tedavi altında değişen migrasyon yeteneğini belirlemek amacıyla yapılan Wound healing deneyi sonrasında BI 5521 inhibitörü ile hücrelerin 24. Saat itibariyle migrasyon yeteneğinini kontrole kıyasla anlamlı düzeyde azaldığı görülmüştür (p<0,05).



Şekil 23. Yara İyileşmesi Deneyi ve Grafiği (CTRL: Kontrol, p<0,05, **p<0,01)

3.4. 3D Spheroid oluşumu sonuçları

Elde edilen 2D hücre kültürü sonuçlarının 3D ortamda test edilmesi amacıyla hanging drop tekniği ile deney gerçekleştirildi. BI 5521 inhibitörü ile spheroid oluşumunun anlamlı düzeyde azaldığı görüldü (p<0,001).



Şekil 4. 3D Spheroid Oluşum Deneyi ve Grafiği (CTRL: Kontrol, *: p<0,05, ***p<0,001)

SONUÇ

GSK inhibitörleri kanser tedavsinde merak edilen ve ilgi duyulan bir kemoterapik ajandır. Çalışmamızda yapılan deneylerde; ilgili inhibitörün Caco-2 hücre hattında sitotoksik özellik gösterdiği, koloni yapma kabiliyetini azalttığı, hücrelerin göç kabiliyetin düşürdüğü ve 3D spheroid oluşumunu azalttığı görülmüştür. Bu anlamda yapılacak ileri deneyler ile altta yatan mekanizmaların aydınlatılması kanser biyolojisi açısında önemli veriler sunabilecektir.

KAYNAKLAR

Eldar-Finkelman, H., & Martinez, A. (2011). GSK-3 inhibitors: preclinical and clinical focus on CNS. *Frontiers in Molecular Neuroscience*, *4*, 32.

Eldehna, W. M., Al-Rashood, S. T., Al-Warhi, T., Eskandrani, R. O., Alharbi, A., & El Kerdawy, A. M. (2021). Novel oxindole/benzofuran hybrids as potential dual CDK2/GSK-3β inhibitors targeting breast cancer: design, synthesis, biological evaluation, and in silico studies. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, *36*(1), 271–286.

Foty, R. (2011). A simple hanging drop cell culture protocol for generation of 3D spheroids. *Journal of Visualized Experiments: JoVE*, (51), 2720.

Gomez, V., Gundogdu, R., Gomez, M., Hoa, L., Panchal, N., O'Driscoll, M., & Hergovich, A. (2015). Regulation of DNA damage responses and cell cycle progression by hMOB2. *Cellular Signalling*, *27*(2), 326–339. https://doi.org/10.1016/j.cellsig.2014.11.016

Guo, P., Lou, Z., Gong, H., Hou, X., Zhang, C., Wang, B., & Du, K. (2025). AZD1080, a specific inhibitor of GSK-3β, inhibits stemness and malignancies in osteosarcoma cancer stem-like cells. *Molecular Medicine Reports*, *32*(3), 248.

Joshi, S. V., Soujanya, D., Sai Supriya, M., Yaddanapudi, V. M., & Nanduri, S. (2025). Glycogen synthase kinase 3β (GSK-3β) inhibitors-a patent update (2019–2024). *Expert Opinion on Therapeutic Patents*, *35*(9), 933–945.

Karati, D., Shaoo, K. K., Mahadik, K. R., & Kumr, D. (2022). . Canlılığı azalltı Koloni oluşumunu hücrelerin migrasyon yeteneğini azalltığını ortaya koydu. Spheroit oluşumunu engelledi (Guo et al., 2025). *Results in Chemistry*, *4*, 100532.

Lee, K. W., Bode, A. M., & Dong, Z. (2011). Molecular targets of phytochemicals for cancer prevention. *Nature Reviews Cancer 2011 11:3*, *11*(3), 211–218. https://doi.org/10.1038/nrc3017

McCubrey, J. A., Steelman, L. S., Bertrand, F. E., Davis, N. M., Sokolosky, M., Abrams, S. L., … Nicoletti, F. (2014). GSK-3 as potential target for therapeutic intervention in cancer. *Oncotarget*, *5*(10), 2881.

Parker, C., Chambers, A. C., Flanagan, D. J., Ho, J. W. Y., Collard, T. J., Ngo, G., … Williams, A. C. (2022). BCL-3 loss sensitises colorectal cancer cells to DNA damage by targeting homologous recombination. *DNA Repair*, *115*, 103331. https://doi.org/10.1016/J.DNAREP.2022.103331

Rasouli, M., Safari, F., Kanani, M. H., & Ahvati, H. (2024). Principles of hanging drop method (Spheroid Formation) in cell culture. In *Autophagy in Development and Disease: Methods and Protocols* (pp. 289–300). Springer.

Zhang, X., Zhang, X., Li, R., Lin, M., Ou, T., Zhou, H., … Zhen, L. (2024). Global, regional, and national analyses of the burden of colorectal cancer attributable to diet low in milk from 1990 to 2019: Longitudinal observational study. *Frontiers in Nutrition*, *11*, 1431962.

Zomer, H. D., Varela, G. K. dos S., Delben, P. B., Heck, D., Jeremias, T. da S., & Trentin, A. G. (2019). In vitro comparative study of human mesenchymal stromal cells from dermis and adipose tissue for application in skin wound healing. *Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine*, *13*(5), 729–741. https://doi.org/10.1002/TERM.2820

KANSER TEDAVİSİNDE YENİ BİR FRUKTOZ METABOLİZMASI İNHİBİTÖRÜ BI-9787

Havva AYBEK
Bingöl University, Health Services Vocational School, Pharmacy Services Department, 12100 Bingöl
ORCID: 0000-0000-1700-8480
Aydın SEVER
Bingöl University, Health Services Vocational School, Elderly Care Program, 12100 Bingöl
ORCID: 0000-0002-6727-1556

ÖZET

Kanser her yıl milyonlarca ölüme sebep olan ve halk sağlığı üzerinde önemli etkilere sahip bir hastalık grubudur. Bu hastalığın tedavisi için birçok kemoterapi ajanı üretilmiştir ve birçok bilim insanı taraıfında yeni adaylar üretilmeye devam etmektedir. Kanser hücrelerinin metabolik olarak farklı özellikler gösterdiği bilinmektedir. Bunlardan birisi de glikoz metabolizmasının düzenlenmesidir. Sağlıklı hücrelerden farklı özellik gösteren bu hücrelerin seçici olarak hedeflenmesi kanser tedavisinde güvenli yaklaşımlardan birisi olarak kabul edilmektedir. Birçok metabolik olayda görev alan Ketohaksokinaz, kanser tedavisinde hedef olarak seçilebilmektedir. Bu anlamda üretilen çeşitli inhibitörler bulunmaktadır. BI-9787 bu inhibitörler arasında yer almaktadır. Bu çalışmada kolon kanseri hücre hattı Caco-2'de BI-9787 inhibitörünün hücrelerde canlılık, koloni yapma, spheroid oluşturma ve göç etme kabiliyetini belirlemek amacıyla çeşitli deneyler yapılmıştır. İlgili inhibitörün sitotoksik özelliğini belirlemek amacıyla Kristal viyole canlılık deneyi yapıldı. Tespit edilen 234.185 nm IC50 değeri kullanılarak yapılan wound healing deneyinde inhibitör etkisiyle migrasyon yeteneğinin anlamlı olarak azaldığı görüldü ($p<0,01$). Koloni yapma yeteneği belirgin olarak düşerken ($p<0,05$), 3D speroit büyüklüğü azalmıştır ($p<0,01$). Bu sonuçlar, Caco-2 hücre hattında BI-9787'nin hücre çoğalmasını azalttığı, koloni yeteneğini ve spheroid oluşturma kapasitesini düşürdüğü ve hücrelerin mobilitesini azalttığını göstermektedir. Elde edilen bu verilerin farklı deneyler ile teyit edilmesi önem arz etmektedir. Altta yatan mekanizmaların aydınlatılması için ileri deneylerin yapılması faydalı olacaktır. Erkek ve kadınlardan önemli bir ölüm nedeni olan kolon kanseri tedavisinde yeni stratejilerin geliştirilmesine ihtiyaç duyulduğu bir ortamda elde edilen sonuçlar dikkat çekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kolon kanseri, KHK inhibitörü, BI-9787, canlılık, migrasyon

A NEW FRUCTOSE METABOLISM INHIBITOR BI-9787 IN CANCER TREATMENT

ABSTRACT

Cancer is a group of diseases that causes millions of deaths every year and has significant impacts on public health. Many chemotherapeutic agents have been developed for the treatment

of this disease, and new candidates continue to be produced by numerous scientists. It is known that cancer cells exhibit metabolically distinct characteristics. One of these is the regulation of glucose metabolism. Selectively targeting these cells, which differ from healthy cells, is considered one of the safer approaches in cancer treatment. Ketohexokinase, which plays a role in many metabolic processes, can be selected as a target in cancer therapy. In this context, various inhibitors have been developed, among which BI-9787 is included.

In this study, various experiments were conducted to determine the effects of the BI-9787 inhibitor on cell viability, colony formation, spheroid formation, and migratory ability in the colon cancer cell line Caco-2. To determine the cytotoxic property of the inhibitor, a crystal violet viability assay was performed. In the wound healing assay conducted using the determined IC_{50} value of 234.185 nM, a significant decrease in migratory ability was observed due to the inhibitor effect ($p < 0.01$). While colony formation ability was significantly reduced ($p < 0.05$), 3D spheroid size was decreased ($p < 0.01$).

These results indicate that BI-9787 reduces cell proliferation, decreases colony-forming ability and spheroid formation capacity, and reduces cell motility in the Caco-2 cell line. It is important to confirm these findings with different experiments. Further studies would be beneficial to elucidate the underlying mechanisms. In an environment where there is a need to develop new strategies for the treatment of colon cancer, which is a significant cause of mortality in both men and women, the results obtained are noteworthy.

Keywords: Colon cancer, KHK inhibitor, BI-9787, viability, migration

1. GİRİŞ

Kolorektal kanserler, erkek ve kadınlarda en fazla görülen ilk 3 kanser arasında yer almaktadır. Sebep olduğu ciddi ölüm ve vaka sayısı sebebiyle bu kanser türünün tedavisinde hala yeni yaklaşımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Kanser hücrelerinin hayatta kalabilmek için farklı yolakları aktifleştirebildiği bilinmektedir. Bu nedenle alternatif yolak ve mekanizmaların hedefleyen yeni yaklaşımlar ilgi çekmektedir (Sever, Toy, Erdoğan, & Gündoğdu, 2023). Ketohaksokinazın (KHK), birçok metabolik hastalıkta rol oynadığı bilinmektedir. KHK inhibisyonu ile metabolik sürecin düzenlenmesi çeşitli hastalıklarda bir strateji olarak belirlenmektedir (Heine et al., 2024). Fruktoz metabolizmasının ve fruktoz kinaz ailesinin kanser gelişiminde kritik öneme sahip olduğu bilinmektedir. Tümör hücrelerinin bazı kanser türlerinde agresif yanıt oluşturmasının KHK'lar ile ilişkili olduğu vurgulanmaktadır. KHK inbitörlerinin tümör hücrelerinde etkili sonuçlar ortaya koyabileceğini iddia eden çalışmalar vardır (Jiang et al., 2021). Çalışmamız kapsamında BI-9787 KHK inhibitörünün Caco-2

kolon kanseri hücre hattında canlılık, koloni, hücre göç kabiliyeti ve 3D spheroid oluşturma yeteneği araştırılmıştır. İlgili inhibitörün kolon kanseri hücre hattında sitotoksik özellik gösterdiği, koloni yapma kabiliyeti ve hücrelerin migrasyon yeteneğini azalttığı, spheroidleri küçülttüğü görülmüştür. Bu sonuçlarla inhibitörün Caco-2 hücre hattında kemoterapi anlamında değerlendirilebileceği düşünülmektedir. Altta yatan mekanizmaların aydınlatılması için ileri deneylerin yapılması faydalı olacaktır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Kimyasallar ve Ajanlar

The phosphate buffered saline (PBS), Dulbecco's modified eagle medium (DMEM), penicillin/streptomycin, trypsin-EDTA ve fetal bovine serum (FBS) Gibco firmasından temin edildi (Grand Island, NY, USA). Trypan blue, dimethyl sulfoxide (DMSO), methanol, acetic acid ve ethanol Sigma Aldrich firmasından alındı (St. Louis, MO, USA). Mikrosantrifüj tüpleri, 15 ve 50 mL Eppendorf tüpleri (Isolab, Eschau, Almanya); 6 mikroplaklar (Corning, NY, ABD); 5-10-25 mL steril pipetler ve plastik pipet uçları, 6 cm Petri kapları ticari olarak satın alındı (Costar, Washington, DC, ABD). BI 9787 KHK inhibitörü Alman Boehringer Ingelhim firmsından temin edildi (https://www.opnme.com/news/khk-inhibitor-bi-9787-news-announcement).

2.2. Hücre kültürü

Çalışma kapsamında kullanılan Caco-2 hücreleri Dicle Üniversitesi Öğretim Üyelerinden Doç. Dr. Sevgi İRTEGÜN'den temin edilmiştir. Hücre kültürü çalışmaları GCCP (Good Cell Culture Practice) aseptik standartları göz önüne alınarak gerçekleştirildi. Hücrelerin çoğaltılmasında içerisine %10 fetal FBS, 64 µg/mL penisilin ve 100 µg/mL streptomisin konulan yüksek glikozlu DMEM kullanıldı. İnkübasyon koşulları %5-6 CO2 içeren nemli 37°C olarak belirlendi. Aksi belirtilmedikçe çalışmalar 3 tekrarlı olarak yapıldı.

2.3. Hücre canlılığı

Kullanılan inhibitörün Caco-2 hücrelerinde oluşturduğu sitotoksik etkinin belirlenmesi için parker ve arkadaşlarının kristal viyole canlılık protokolü optimize edilerek uygulandı (Parker et al., 2022). Bu amaçla 24 kuyucuklu plakanın her bir bölmesine 50 bin hücre ekimi sağlandı. Hücrelerin tutunmasının ardından artan dozlarda BI-9787 ile 72 saat süre ile tedavi edildi. Tedavinin ardından ilaçlı DMEM uzaklaştırıldı. Kuyucuklar 2 defa PBS ile yıkandı. Hücrelerin fikse edilmesi için metanol-asestik asit (3:1) karışımı 5 dakika süre ile uygulandı. Karışımın uzaklaştırılmasının ardından her kuyucuk 1 ml %0,5 kristal viyole (Crystal Violet) boyası ile 15 dakika boyandı. Boyanın uzaklaştırılmasının ardından kuyucuklara 1 ml %10 asetik asit

(%100 Asetik asit + 9 ml ddH2O) eklenerek karıştırıcıda 5 dakika çalkalandı. Kuyucuklardaki asetik asit çözeltisi spektrofotometre ile 595 nm dalga boyunda okundu. Kontrol grubu canlılığı %100 kabul edilerek karşılaştırma yapıldı.

2.4. Koloni formasyon

Uygulanan tedavilerin Caco-2 hücrelerinde uzun süreli etkisini görmek amacıyla koloni sağ kalım deneyi yapıldı. Bu deney Gomez ve arkadaşlarının çalışmalarında belirttiği yöntem ile gerçekleştirildi (Gomez et al., 2015). Özetle; 6 kuyucuklu plakaların her bir bölmesine 3 bin hücre ekimi gerçekleştirildi. Ertesi gün hücrelerin tutunduğundan emin olunduktan sonra canlılık deneylerinde tespit edilen IC50 değerlerinden faydalanılarak artan dozlarda tedaviler 72 saat süre ile gerçekleştirildi. Süre sonunda ilaçlı DMEM uzaklaştırılarak ortam PBS ile yıkandı. 15 günün ardından hücrelerin fiksasyonu ve boyaması yapıldı. Koloniler mikroskop altında sayıldı. En az 50 hücre koloni olarak kabul edildi. Gruplar kontrole kıyaslanarak analiz yapıldı.

2.5. Yara iyileşme deneyi

Tedavi altındaki Caco-2 hücrelerinin göç etme kabiliyetinin belirlenmesi için in vitro yara iyileşmesi deneyi yapıldı. Bu yöntem için zomer ve arkadaşlarının metodu kullanıldı(Zomer et al., 2019). Özetle; 6 kuyucuklu plakalar %80 konfluens olacak şekilde Caco-2 hücreleri ile ekildi. Ertesi gün steril 100µl pipet ucu ile lineer çizik oluşturuldu. Kazınan hücrelerin uzaklaştırılması amacıyla kuyucuklar 2 defa PBS ile yıkandır. IC50 dozu referans alınarak tedaviler gerçekleştirildi. Mikroksop altında yara alanları 0. ve 24. saatte fotoğraflandı. Her grup yara alanının kapanması yönünden kontrole göre analiz edildi.

2.6. 3D Spheroid oluşum

İnhibitör ile yapılan tedavi sonrasında hücrelerde değişen spheroid oluşumunu belirmek amacıyla temel bir teknik olan asılı damla yöntemi seçildi (Rasouli, Safari, Kanani, & Ahvati, 2024). Kısaca; her bir damlada 25 bin hücre olacak şekilde 6 cmlik plaka kapağına ilaçlı DMEM içerisinde ekim yapıldı. Süre sonunda damlalar bozulmadan bırakılarak spheroidler kapak üzerinden inverted mikroskop ile doğrudan görüntülendi. Görüntüler büyüklük yeni ile karşılaştırıldı. Grafikler oluşturuldu.

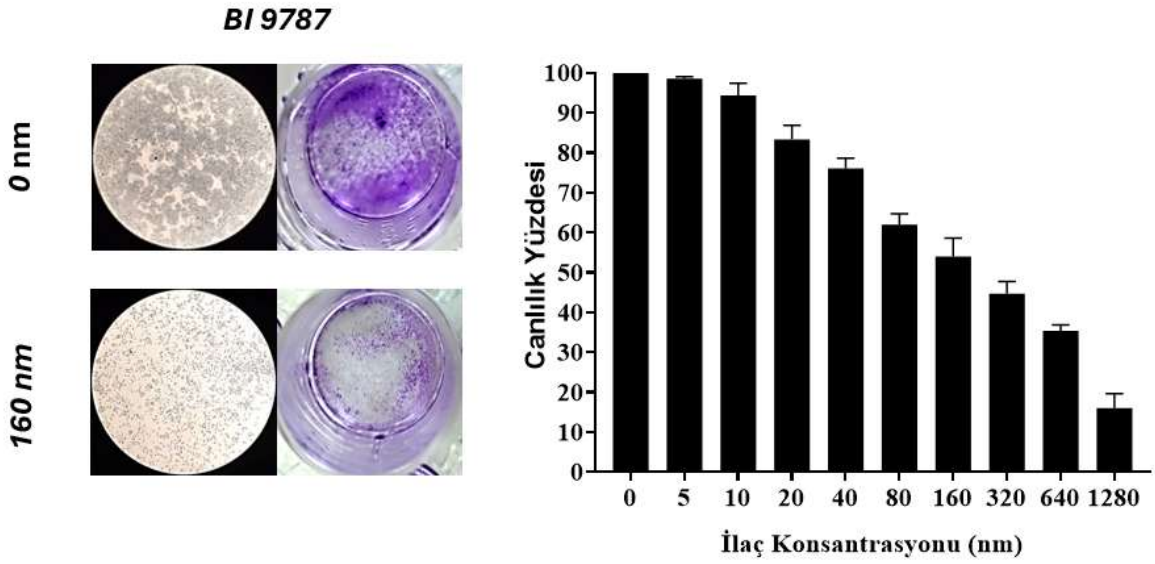
3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Kolorektal kanser hücreleri glikoz yetersizliğini gidermek için fruktoz kullanımına yatkındırlar. Metabolize edilen fruktoz, kolorektal kanser hücrelerinin çoğalmasını teşvik etmektedir. KHK eksenli fruktoz metabolizmasının bu hücrelerin çoğalmasını teşvik ederek kemoterapi direncini artırmaktadır (Shen et al., 2022). Kolon kanseri hücre hattında KHK seviyesinin yüksek olduğu

ve bu durumun kanser hücresine avantaj sağladığı bildirilmektedir. Bu anlamda KHK inhibisyonu stratejik bir hedef olabilmektedir (Peng et al., 2024). KHK inhibisyonu ile glioma hücrelerinin hızlı çoğalma, migrasyon ve metastaz yeteneğini azaltabileceği vurgulanmaktadır (Gao, Li, Li, Xu, & Su, 2018).

3.1. Canlılık Sonuçları

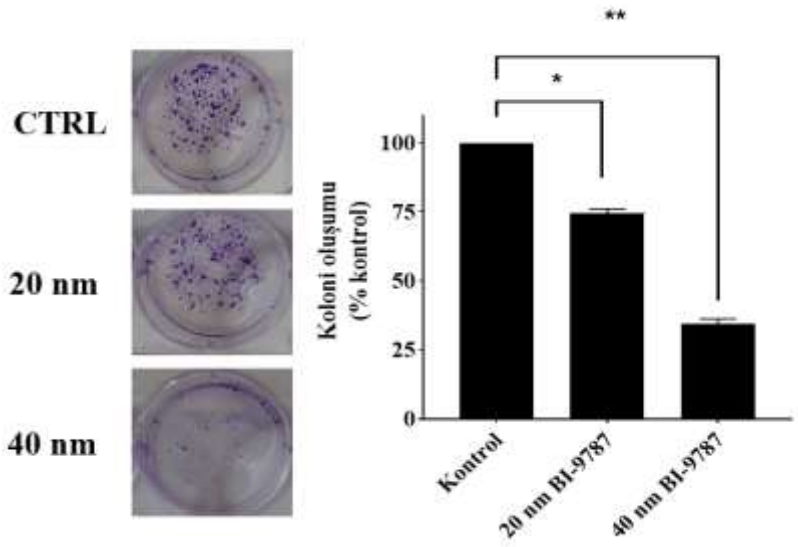
Artan BI 9787 dozları ile Caco-2 hücre hattında oluşan sitotoksik etkinin tespit edilmesi için yapılan kristal viyole canlılık deneyinde hücrelerin 160 nm sonrası yarısının öldüğü görüldü. Bu değerler üzerinden IC50 değeri hesaplanalarak gerekli sonraki deneyler planlandı.



Şekil 24. Kristal Viyole Canlılık Deneyi ve Grafiği (nm: Nanomolar)

3.2. Koloni Formasyon Deneyi Sonuçları

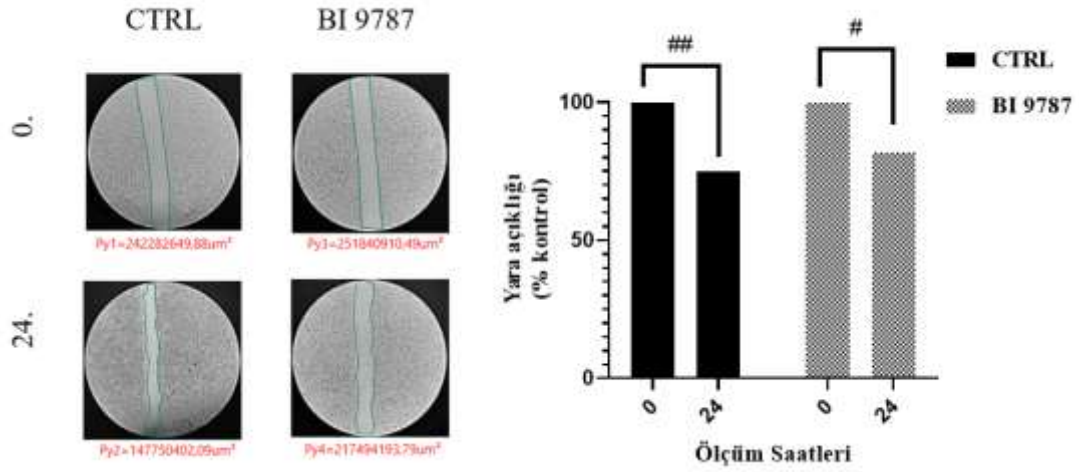
İlgili inhibitörün Caco-2 hücre hattında uzun süreli etkisinin görmek amacıyla yapılan koloni formasyon deneyinde hücrelerin 20 nm ve 40 nm tedavis sonrasında anlamlı düzeyde koloni yapma kabiliyeti düşmesi yaşadığı anlaşıldı.



Şekil 25. Koloni Formasyon Deneyi ve Grafiği (CTRL: Kontrol, nm: Nanomolar,*: p<0,05, **p<0,01)

3.3. Wound Healing Sonuçları

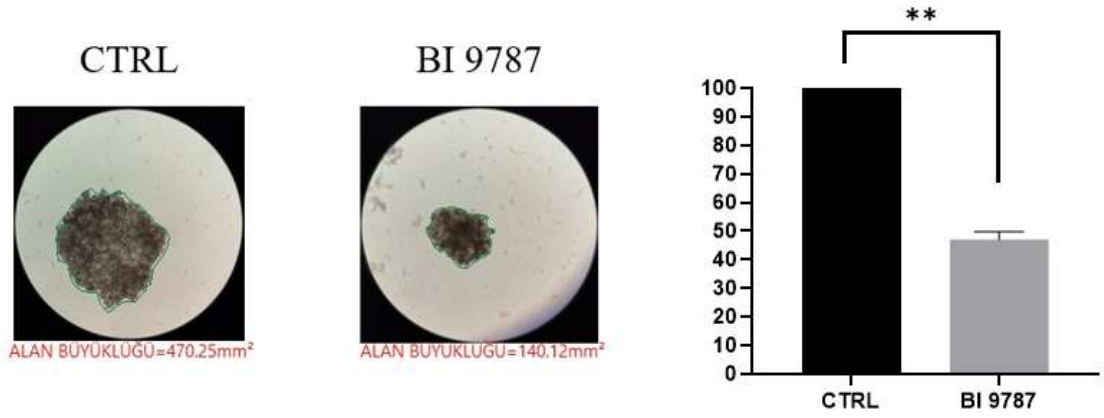
Caco-2 hücre hattında BI 9787 inhibitörünün 24. Saat itibariyle hücrelerin migrasyon yeteneğini anlamlı düzeyde azalttığı görüldü. Kontrol grubunda yara kapanm alanının çok daha fazla olduğu tespit edildi.



Şekil 26. Yara İyileşmesi Deneyi ve Grafiği (CTRL: Kontrol, #p<0,05, ##p<0,01)

3.4. 3D Spheroid oluşumu sonuçları

Elde edilen 2D hücre kültürü sonuçlarının 3D ortamda test edilmesi amacıyla hanging drop tekniği ile deney gerçekleştirildi. BI 5521 inhibitörü ile spheroid oluşumunun anlamlı düzeyde azaldığı görüldü.



Şekil 4. 3D Spheroid Oluşum Deneyi ve Grafiği (CTRL: Kontrol, **p<0,01)

SONUÇ

Kolon kanseri hücre hattı olan Caco-2'de KHK inbihitörü olan BI 9787 sitotoksik özellik göstermektedir. Uzun vadede hücrelerin koloni yapma yeteneğini azaltmaktadır. Ayrıca hücrelerin göç kabiliyeti inhibitör ile azalmaktadır. 3D spheroid oluşumu inhibitör etkisi ile azalmaktadır. Alttan yatan mekanizmaların aydınlatılması ile kolon kanseri tedavisinde ilgili inhibitörün kullanımı umut vaad etmektedir.

KAYNAKLAR

Gao, W., Li, N., Li, Z., Xu, J., & Su, C. (2018). Ketohexokinase is involved in fructose utilization and promotes tumor progression in glioma. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, *503*(3), 1298–1306.

Gomez, V., Gundogdu, R., Gomez, M., Hoa, L., Panchal, N., O'Driscoll, M., & Hergovich, A. (2015). Regulation of DNA damage responses and cell cycle progression by hMOB2. *Cellular Signalling*, *27*(2), 326–339. https://doi.org/10.1016/j.cellsig.2014.11.016

Heine, N., Weber, A., Pautsch, A., Gottschling, D., Uphues, I., Bauer, M., … Kley, J. T. (2024). Discovery of BI-9787, a potent zwitterionic ketohexokinase inhibitor with oral bioavailability. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters*, *112*, 129930.

Jiang, H., Lin, Q., Ma, L., Luo, S., Jiang, X., Fang, J., & Lu, Z. (2021). Fructose and fructose kinase in cancer and other pathologies. *Journal of Genetics and Genomics*, *48*(7), 531–539.

Parker, C., Chambers, A. C., Flanagan, D. J., Ho, J. W. Y., Collard, T. J., Ngo, G., … Williams, A. C. (2022). BCL-3 loss sensitises colorectal cancer cells to DNA damage by targeting homologous recombination. *DNA Repair*, *115*, 103331. https://doi.org/10.1016/J.DNAREP.2022.103331

Peng, C., Yang, P., Zhang, D., Jin, C., Peng, W., Wang, T., … Sun, Y. (2024). KHK-A promotes fructose-dependent colorectal cancer liver metastasis by facilitating the phosphorylation and

translocation of PKM2. *Acta Pharmaceutica Sinica B*, *14*(7), 2959–2976.

Rasouli, M., Safari, F., Kanani, M. H., & Ahvati, H. (2024). Principles of hanging drop method (Spheroid Formation) in cell culture. In *Autophagy in Development and Disease: Methods and Protocols* (pp. 289–300). Springer.

Sever, A., Toy, Y., Erdoğan, M. K., & Gündoğdu, R. (2023). Kemoterapide Kullanılan Güncel Fitokimyasallar. *Muş Alparslan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, *3*(1), 64–76.

Shen, Z., Li, Z., Liu, Y., Li, Y., Feng, X., Zhan, Y., … Deng, H. (2022). GLUT5-KHK axis-mediated fructose metabolism drives proliferation and chemotherapy resistance of colorectal cancer. *Cancer Letters*, *534*, 215617.

Zomer, H. D., Varela, G. K. dos S., Delben, P. B., Heck, D., Jeremias, T. da S., & Trentin, A. G. (2019). In vitro comparative study of human mesenchymal stromal cells from dermis and adipose tissue for application in skin wound healing. *Journal of Tissue Engineering and Regenerative Medicine*, *13*(5), 729–741.

HEMŞİRELİK ALANINDA YAPILMIŞ DOKTORA TEZLERİNİN METODOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Maşide HURMANLI
Kahramanmaraş Sütçü İmam University, Institute of Health Sciences, Department of Nursing, Kahramanmaraş, Turkey
ORCID ID: 0009-0003-8397-7879
Assoc. Prof. Dr. Emine Derya ISTER
Kahramanmaras Sutcu Imam University, Faculty of Health Sciences, Department of Internal Medicine Nursing, Kahramanmaras, Turkey
ORCID ID: 0000-0003-3902-5574

ÖZET

Giriş: Hemşirelik alanında doktora düzeyinde yürütülen araştırmaların metodolojik özelliklerinin sistematik biçimde değerlendirilmesi, alandaki bilimsel üretimin niteliğini izlemede ve yöntemsel eğilimleri görünür kılmada önemli bir çerçeve sunmaktadır.

Amaç: Bu çalışmanın amacı, 2025 yılında hemşirelik alanında tamamlanmış hemşirelik doktora tezlerini araştırma türü, tasarım yapısı, örneklem belirleme süreçleri ve veri analiz yöntemleri gibi metodolojik bileşenler açısından sistemli bir yaklaşımla değerlendirmektir.

Yöntem: Araştırma, doküman analizi yaklaşımıyla gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, YÖK Ulusal Tez Merkezi'nde tam metin erişime açık olan ve son bir yıl içinde yayımlanmış doktora tezleri incelenmiştir. Bu kapsamda, 2025 yılında yayımlanmış olan 61 doktora tezinden tam metin erişime açık olan 48 doktora tezi değerlendirmeye alınmıştır. Çalışmanın kapsamına alınan tezler; araştırma türü, tasarım özellikleri, örneklem yapısı, veri toplama araçları ve kullanılan analiz yöntemlerine ilişkin önceden belirlenen kriterler doğrultusunda kodlanmıştır. Her tez, oluşturulan kodlama şeması temelinde ayrı ayrı değerlendirilmiş; elde edilen bilgiler frekans ve yüzde değerleri kullanılarak özetlenmiştir. Veri analizinde herhangi bir dış kaynak kullanılmamış, tüm değerlendirmeler ilgili tezlerde yer alan yöntemsel bilgilere dayandırılmıştır.

Bulgular: Araştırma türleri incelendiğinde, tezlerin yarısından fazlasının deneysel nitelikte olduğu (%54,17); bunu nitel (%14,58), karma (%10,42), yarı deneysel (%10,42), metodolojik (%6,25) ve nicel çalışmaların (%4,17) izlediği belirlenmiştir. Tasarım bakımından randomize kontrollü çalışmaların belirgin biçimde öne çıktığı (%56,25); nitel araştırma (%12,50), karma yöntem (%8,33), ön test–son test (%8,33), yarı deneysel (%6,25), metodolojik (%4,17), tasarım tabanlı araştırma (%2,08) ve vaka–kontrol (%2,08) tasarımlarının daha düşük oranlarda yer aldığı görülmüştür.

Evren türlerinde en sık öğrenci grubunun (%50,00) kullanıldığı; bunu hastalar (%33,33), hemşireler (%12,50) ve diğer grupların (%2,08) izlediği saptanmıştır. Örneklem belirlemede G*Power temelli güç analizinin açık bir üstünlüğe sahip olduğu (%62,50); ölçüt örnekleme (%10,42), amaçlı örnekleme (%8,33), tabakalı örnekleme (%4,17), basit rastgele (%2,08), kartopu (%2,08), küme örnekleme (%2,08) ve belirtilmemiş örneklem türlerinin (%4,17) daha sınırlı biçimde tercih edildiği belirlenmiştir.

Normallik analizinde en sık çarpıklık–basıklık değerlerinin kullanıldığı (%31,25); bunu Shapiro–Wilk (%27,08) ve Kolmogorov–Smirnov (%20,83) testlerinin takip ettiği, nitel veri nedeniyle bazı çalışmalarda normallik analizinin uygulanmadığı (%18,75) görülmüştür. Analiz türlerinde hem parametrik hem nonparametrik yöntemlerin birlikte kullanıldığı çalışmaların oranı %43,75 olup, parametrik analizler %35,42, sadece nonparametrik analizler %8,33 ve yalnızca nitel analizler %12,50 olarak saptanmıştır.

En sık kullanılan analiz yaklaşımı olarak karma nicel analizlerin belirgin biçimde öne çıktığı (%52,08); bunu ölçek geliştirme–psikometrik analizler (%10,42), nonparametrik analizler (%8,33), nitel analizler (%6,25), karma nicel–nitel analizler (%6,25) ve çeşitli ileri düzey modelleme yaklaşımlarının (toplam %8,32) izlediği belirlenmiştir. Kuramsal çerçeve kullanımında tezlerin büyük çoğunluğunda herhangi bir kuram/model yer almadığı (%70,83); kullanılan kuramlar arasında Kolcaba Konfor Kuramı (%8,33) ve Meleis Geçiş Teorisi'nin (%6,25) öne çıktığı görülmüştür.

Nitel veri içeren tezlerin oranı %31,91 olup bu çalışmalarda en sık bireysel görüşme (%46,67), açık uçlu sorular (%26,67), diğer yöntemler (%13,33), odak grup (%6,67) ve görüşme + günlük (%6,67) kullanılmıştır. Nitel analiz yöntemlerinde içerik analizi (%26,67)

ve tematik analizin (%26,67) benzer sıklıkta tercih edildiği; bunları Colaizzi yöntemi (%13,33), temellendirilmiş kuram kodlama analizi (%13,33), betimsel analiz (%6,67) ve belirtilmemiş yöntemlerin (%13,33) izlediği saptanmıştır. Nitel analiz yazılımlarında en sık MAXQDA'nın tercih edildiği (%26,67), önemli bir kısmında ise yazılım kullanılmadığı (%46,67) görülmüştür.

Veri toplama araçlarında karma veri araçları (%33,33) ile ölçek + form kullanımının (%33,33) öne çıktığı; form (%12,50) ve form + ölçek (%20,83) kullanılan tezlerin daha sınırlı olduğu belirlenmiştir.

Sonuç: Elde edilen bulgular, 2025 yılı hemşirelik doktora tezlerinde deneysel tasarımların, güç analizi temelli örneklem belirlemenin ve karma nicel analiz yaklaşımlarının belirgin biçimde ön planda olduğunu göstermektedir. Kuramsal çerçeve kullanımının düşük olması ve nitel analizlerde manuel yöntemlerin ağırlık kazanması dikkat çekici diğer önemli noktalardandır.

Bu çalışma, hemşirelik alanında doktora düzeyinde yürütülen araştırmaların güncel yöntemsel eğilimlerini bütüncül bir bakışla ortaya koymakta ve gelecekteki bilimsel çalışmalar için yol gösterici genel bir değerlendirme sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Hemşirelik, Araştırma Yöntemi, Araştırma Tasarımı, Örneklem, Veri Analizi

EVALUATION OF METHODOLOGICAL FEATURES OF DOCTORAL THESES IN THE FIELD OF NURSING

ABSTRACT

Introduction: The systematic evaluation of the methodological characteristics of doctoral-level research in nursing provides a crucial framework for monitoring the quality of scientific production and revealing methodological trends in the field.

Objective: The aim of this study is to systematically evaluate doctoral dissertations completed in the field of nursing in 2025 regarding methodological components such as research type, design structure, sampling procedures, and data analysis methods.

Method: The research was conducted using a document analysis approach. Doctoral dissertations published within the last year and available in full text on the National Thesis Center were examined. Accordingly, 48 full-text accessible dissertations out of 61 published in 2025 were included in the evaluation. The theses were coded based on predetermined criteria regarding research type, design characteristics, sample structure, data collection tools, and analysis methods used. Each thesis was evaluated separately using the coding scheme, and the resulting information was summarized using frequency and percentage values. No external sources were used for data analysis; all evaluations were based solely on the methodological information contained within the respective theses.

Results: When examining research types, it was found that more than half of the theses were experimental (54.17%), followed by qualitative (14.58%), mixed (10.42%), quasi-experimental (10.42%), methodological (6.25%), and quantitative studies (4.17%). Regarding design, randomized controlled studies were clearly predominant (56.25%); while other designs (qualitative research, mixed methods, pre-test–post-test, etc.) were less common. The student group was the most frequently used population type (50.00%), followed by patients (33.33%) and nurses (12.50%). G*Power-based power analysis was the clear preference for sample determination (62.50%), with other methods like criterion and purposive sampling being utilized to a more limited extent. In normality analysis, skewness–kurtosis values (31.25%) and the Shapiro–Wilk test (27.08%) were most frequently used. Studies utilizing both parametric and nonparametric methods accounted for 43.75%, and mixed quantitative analyses stood out

as the most frequent analysis approach (52.08%). Regarding theoretical framework usage, the vast majority of theses did not include any theory/model (70.83%); among those used, the Kolcaba Comfort Theory (8.33%) and Meleis Transition Theory (6.25%) were prominent. Qualitative data were present in 31.91% of the theses, with individual interviews (46.67%) being the most frequent method. In qualitative analysis, content analysis (26.67%) and thematic analysis (26.67%) were preferred with similar frequency. MAXQDA was the most commonly used qualitative software (26.67%), but a significant portion of studies did not use any software (46.67%). In data collection tools, mixed data tools (33.33%) and scale + form usage (33.33%) were most prominent.

Conclusion: The findings indicate that experimental designs, power analysis-based sample size determination, and mixed quantitative analysis approaches are distinctly prevalent in 2025 nursing doctoral dissertations. Other significant findings include the low utilization of theoretical frameworks and the prevalence of manual methods in qualitative analyses. This study offers a comprehensive overview of current methodological trends in doctoral-level nursing research and provides a general assessment to guide future scientific endeavors.

Keywords: Nursing, Research Method, Research Design, Sample, Data Analysis

1. GİRİŞ

Hemşirelik alanında doktora düzeyinde yürütülen çalışmalar, disiplinin bilgi üretim süreçlerini ve bilimsel yönelimlerini yansıtan önemli akademik çıktılar arasında yer almaktadır. Bu çalışmaların yöntemsel açıdan incelenmesi, alandaki araştırmaların hangi tür yaklaşımlar çerçevesinde yürütüldüğünün anlaşılmasına katkı sağlamaktadır. Özellikle doktora tezleri, kapsamlı araştırma yapıları ve özgün katkı hedefleri nedeniyle hemşirelik biliminin gelişiminde belirleyici bir role sahiptir (Törnroos et al., 2025; Dowling et al., 2025).

Araştırma türü, çalışma tasarımı, örneklem belirleme yöntemleri ve veri analiz süreçleri gibi temel metodolojik bileşenler, bir araştırmanın bilimsel niteliğini doğrudan etkileyen unsurlar olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle doktora tezlerinde kullanılan yöntemlerin sistematik biçimde ele alınması, hem mevcut araştırma eğilimlerinin ortaya konulmasına hem de alandaki metodolojik çeşitliliğin anlaşılmasına olanak tanımaktadır (Törnroos et al., 2025).

Hemşirelik alanında gerçekleştirilen çalışmaları bütüncül bir bakış açısıyla ele alan derleme ve haritalama türündeki araştırmalar, literatürdeki genel durumu özetlemenin yanı sıra gelecekte yapılacak çalışmalar için yol gösterici bir çerçeve sunmaktadır. Bu tür incelemeler, alandaki bilgi birikiminin mevcut düzeyini ortaya koyarak araştırmacılara yöntemsel açıdan genel bir perspektif sağlamaktadır (International Journal of Nursing Studies Advances, 2025).

2. AMAÇ

Bu çalışmanın amacı, 2025 yılında hemşirelik alanında tamamlanan doktora tezlerini araştırma türü, tasarım yapısı, evren ve örneklem özellikleri, veri toplama araçları ve veri analiz yöntemleri açısından metodolojik yönden sistemli biçimde değerlendirmektir.

3. YÖNTEM

Bu araştırmada, yazılı belgelerin sistematik olarak incelenmesine dayanan **doküman analizi yaklaşımı** kullanılmıştır (Bowen, 2009). Doktora tezlerinin yöntemsel özelliklerinin değerlendirilmesinde, doküman analizi yöntemine farklı çalışmalarda da yer verildiği görülmektedir (Sanna et al., 2025; Kaya Odabaş et al., 2022; Dalmolin et al., 2019). Araştırmada, YÖK Ulusal Tez Merkezi'nde tam metin erişime açık olan ve son bir yıl içinde yayımlanmış doktora tezleri incelenmiştir. Bu kapsamda, 2025 yılında yayımlanmış olan 61 doktora tezinden tam metin erişime açık olan 48 doktora tezi değerlendirmeye alınmıştır. Çalışmanın kapsamına alınan tezler; araştırma türü, tasarım özellikleri, örneklem yapısı, veri toplama araçları ve kullanılan analiz yöntemlerine ilişkin önceden belirlenen kriterler doğrultusunda kodlanmıştır. Her tez, oluşturulan kodlama şeması temelinde ayrı ayrı değerlendirilmiş; elde edilen bilgiler frekans ve yüzde değerleri kullanılarak özetlenmiştir. **Frekans ve yüzde hesaplamaları Microsoft Office Excel programı kullanılarak yapılmıştır.** Veri analizinde herhangi bir dış kaynak kullanılmamış, tüm değerlendirmeler ilgili tezlerde yer alan yöntemsel bilgilere dayandırılmıştır.

3.1. Araştırmanın Türü

Bu çalışma, **doküman analizi yaklaşımına dayalı yöntemsel bir inceleme** olarak yürütülmüştür. Araştırmanın veri kaynağını, YÖK Ulusal Tez Merkezi'nde yer alan ve tam metin erişime açık olan doktora tezleri oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında tezlerin yöntemsel özellikleri, herhangi bir müdahale olmaksızın mevcut halleriyle değerlendirilmiştir.

3.2. Evren ve Örneklem

Araştırmanın evrenini, YÖK Ulusal Tez Merkezi'nde yer alan ve 2025 yılında yayımlanmış hemşirelik alanındaki doktora tezleri oluşturmaktadır. Araştırmanın örneklemini ise evren içerisinden belirlenen ölçütleri karşılayan ve tam metin erişime açık olan doktora tezleri oluşturmuştur.

-Dahil edilme kriterleri; YÖK Ulusal Tez Merkezi'nde yer alan, 2025 yılında yayımlanmış, hemşirelik alanında hazırlanmış ve tam metin erişime açık doktora tezleri olarak belirlenmiştir.

-Dışlama kriterleri ise tam metnine erişilemeyen, hemşirelik alanı dışında hazırlanmış veya 2025 yılı dışında yayımlanmış tezlerdir.

3.3. Veri Toplama Süreci

Veriler, YÖK Ulusal Tez Merkezi'nde tam metin erişime açık olan doktora tezleri üzerinden elde edilmiştir. Çalışmaya dâhil edilen tezler; araştırma türü, tasarım özellikleri, örneklem yapısı, veri toplama araçları ve kullanılan analiz yöntemleri başlıkları altında, önceden belirlenen kriterler doğrultusunda incelenmiş; ilgili bilgiler kodlanarak veri setine aktarılmıştır.

3.4. Veri Analizi

Kodlama süreci sonucunda elde edilen veriler, **frekans ve yüzde değerleri** kullanılarak özetlenmiştir. **Frekans ve yüzde hesaplamaları Microsoft Office Excel programı kullanılarak yapılmıştır.** Veri analiz sürecinde **herhangi bir dış kaynak kullanılmamış**, tüm değerlendirmeler **yalnızca tezlerde yer alan yöntemsel bilgilere dayandırılmıştır.** Kodlama süreci tek araştırmacı tarafından yürütülmüş; kodlanan veriler doğruluk ve tutarlılık açısından birden fazla kez gözden geçirilmiştir.

3.5. Etik İlkeler

Bu çalışma, YÖK Ulusal Tez Merkezi'nde tam metin erişime açık olan doktora tezleri üzerinden yürütülen doküman analizi temelli bir araştırmadır. Çalışmada herhangi bir bireyden doğrudan veri toplanmamış olup, tüm değerlendirmeler yalnızca erişime açık tezlerde yer alan yöntemsel bilgiler üzerinden gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR

Bu bölümde, 2025 yılında hemşirelik alanında yayımlanmış ve tam metnine erişilebilen 48 doktora tezinden elde edilen veriler doğrultusunda; araştırma türleri, tasarım yapıları, evren ve örneklem özellikleri, normallik analizleri, kullanılan analiz türleri, kuram/model kullanımı ile nitel veri ve analiz özelliklerine ilişkin bulgular sunulmaktadır. Bulgular, **frekans ve yüzde değerleri** üzerinden raporlanmıştır.

4.1. Araştırma Türlerine Göre Dağılım

İncelenen 48 doktora tezinin araştırma türlerine göre dağılımı değerlendirildiğinde, tezlerin **%54,17'sinin deneysel** nitelikte olduğu görülmektedir. Deneysel çalışmaların ardından **nitel araştırmalar %14,58, karma araştırmalar %10,42**, **yarı deneysel çalışmalar %10,42, metodolojik çalışmalar %6,25** ve **nicel çalışmalar %4,17** oranında yer almaktadır. Bu dağılım, 2025 yılı hemşirelik doktora tezlerinde deneysel araştırma türünün belirgin biçimde ön planda olduğunu göstermektedir.

4.2. Tasarım Türlerine Göre Dağılım,

Doktora tezlerinin tasarım türlerine göre dağılımına bakıldığında, randomize kontrollü çalışmaların %56,25 ile en yüksek orana sahip olduğu görülmektedir. Bunu nitel araştırma tasarımları %12,50, karma yöntem tasarımları %8,33 ve ön test–son test tasarımları %8,33 oranlarıyla izlemektedir. Yarı deneysel tasarımlar %6,25, metodolojik araştırma tasarımları %4,17, tasarım tabanlı araştırmalar %2,08 ve vaka–kontrol tasarımları %2,08 oranında yer almaktadır. Bu sonuçlar, 2025 yılı hemşirelik doktora tezlerinde randomize kontrollü tasarımın belirgin biçimde öne çıktığını ortaya koymaktadır.

4.3. Evren Türlerine Göre Dağılım

Doktora tezlerinde kullanılan evren türlerinin dağılımı incelendiğinde, çalışmaların yarısında öğrenci grubunun evren olarak tercih edildiği görülmektedir (%50,00). Öğrenci grubunu, hasta evrenine sahip çalışmalar %33,33 oranıyla izlemektedir. Hemşireler üzerinde yürütülen çalışmaların oranı ise %12,50'dir. Diğer evren grupları ile toplum temelli çalışmaların her biri %2,08 oranında yer almaktadır. Bu dağılım, 2025 yılı hemşirelik doktora tezlerinde ağırlıklı olarak öğrenci ve hasta gruplarıyla çalışıldığını, hemşire ve toplum temelli çalışmaların ise daha sınırlı düzeyde kaldığını göstermektedir.

4.4. Örneklem Türlerine Göre Dağılım

Doktora tezlerinde kullanılan örneklem belirleme yöntemleri incelendiğinde, en sık tercih edilen yöntemin güç analizi (G*Power) olduğu görülmektedir (%62,50). Bu durum, örneklem büyüklüğünün istatistiksel temele dayalı olarak belirlendiğini göstermektedir. Güç analizini, ölçüt örnekleme %10,42 ve amaçlı örnekleme %8,33 oranlarıyla izlemektedir. Tabakalı örnekleme %4,17, karışık örnekleme %4,17 ve belirtilmemiş örneklem türleri de yine %4,17 oranında yer almaktadır. Daha sınırlı olarak basit rastgele örnekleme %2,08, kartopu örnekleme %2,08 ve küme örnekleme %2,08 oranlarında kullanılmıştır. Bu dağılım, 2025 yılı hemşirelik doktora tezlerinde örneklem belirlemede büyük ölçüde güç analizine dayalı yaklaşımların tercih edildiğini, olasılıklı ve özel örnekleme yöntemlerinin ise daha düşük oranlarda kullanıldığını göstermektedir.

4.5. Normallik Analizi

Tezlerde kullanılan normallik analiz yöntemleri incelendiğinde, en sık çarpıklık–basıklık değerlerinin kullanıldığı görülmektedir (%31,25). Bunu Shapiro–Wilk testi %27,08 ve Kolmogorov–Smirnov testi %20,83 oranlarıyla izlemektedir. Nitel veri içeren çalışmalar nedeniyle normallik analizinin uygulanmadığı tezlerin oranı %18,75'tir. Normallik analiz

yönteminin belirtilmediği çalışmalar ise %2,08 oranında yer almaktadır. Bu dağılım, normallik değerlendirmesinde farklı yöntemlerin birlikte kullanıldığını göstermektedir.

4.6. Analiz Türleri ve En Sık Kullanılan Analizler

En sık kullanılan analiz yaklaşımları incelendiğinde, karma nicel analizlerin %52,08 ile en yüksek orana sahip olduğu görülmektedir. Ölçek geliştirme ve psikometrik analizler %10,42, nonparametrik analizler %8,33, nitel analizler %6,25 ve karma nicel–nitel analizler %6,25 oranında yer almaktadır. İleri düzey modelleme yaklaşımları ise toplamda %8,32 oranındadır. Parametrik analizlerin tek başına kullanıldığı çalışmaların oranı %2,08'dir.

4.7. Kuram / Model Kullanımı

Tezlerde kuram ve model kullanımına bakıldığında, çalışmaların büyük çoğunluğunda herhangi bir kuram ya da model kullanılmadığı görülmektedir (%70,83). Kullanılan kuramlar arasında Kolcaba'nın Konfor Kuramı %8,33 ve Meleis'in Geçiş Teorisi %6,25 oranlarıyla öne çıkmaktadır. Diğer kuram ve modeller (ADDIE, Charmaz, Koruma Motivasyon Teorisi, Örnek Liderliğin Beş Uygulaması, PLISSIT, Transtteoretik Model ve Travelbee'nin İnsan İnsana Modeli) her biri %2,08 oranında kullanılmıştır.

4.8. Nitel Veri Durumu

Tezlerin %31,91'inde nitel veri kullanıldığı, %68,09'unda ise nitel veri kullanılmadığı belirlenmiştir. Bu dağılım, 2025 yılı hemşirelik doktora tezlerinde nicel ağırlıklı bir yaklaşımın baskın olduğunu göstermektedir.

4.9. Nitel Veri Türleri

Nitel veri içeren tezlerde kullanılan veri toplama yöntemleri incelendiğinde, en sık bireysel görüşmenin tercih edildiği görülmektedir (%46,67). Bunu açık uçlu sorular %26,67, diğer yöntemler %13,33, görüşme + günlük %6,67 ve odak grup görüşmesi %6,67 oranlarıyla izlemektedir.

4.10. Nitel Analiz Yöntemleri

Nitel veri analiz yöntemlerine göre dağılım incelendiğinde, içerik analizi %26,67 ve tematik analiz %26,67 oranlarıyla eşit sıklıkta kullanılmıştır. Colaizzi yöntemi %13,33, temellendirilmiş kuram kodlama analizi %13,33 ve betimsel analiz %6,67 oranında yer almaktadır. Analiz yönteminin belirtilmediği çalışmaların oranı ise %13,33'tür.

4.11. Nitel Analiz Yazılımları

Nitel analizlerde kullanılan yazılımlar değerlendirildiğinde, en sık MAXQDA'nın kullanıldığı görülmektedir (%26,67). NVivo %13,33, ATLAS.ti %6,67 ve manuel analiz %6,67 oranlarında yer almaktadır. Buna karşılık, çalışmaların önemli bir bölümünde herhangi bir yazılım kullanılmadığı görülmektedir (%46,67).

4.12. Veri Toplama Araçları

Veri toplama araçlarına göre dağılım incelendiğinde, karma veri araçlarının %33,33 ve ölçek + form kullanımının %33,33 oranlarıyla en sık tercih edilen yöntemler olduğu görülmektedir. Form + ölçek %20,83, yalnızca form kullanımı ise %12,50 oranında yer almaktadır.

Yazar	Araştırmanın Türü	Tasarım	Evren	Örneklem Seçimi	Örneklem Sayısı (N)	Veri Toplama Formları	Normallik Analizi	Analiz Türü	En Sık Analiz Yöntemi	Kuram/ Model	Nitel Veri,Analiz Yöntemi VEYazılımı
Sevinç, E.	Karma (nicel ve nitel)	Nicel: Randomize kontrollü deneysel Nitel: Deney ve kontrol grupları ile bireysel görüşmeler	2023–2024 eğitim-öğretim yılında Haliç Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü'nde lisans eğitimi alan birinci sınıf öğrencileri	Güç Analizi (G*Power)	54 (27 deney, 27 kontrol)	Kişisel Bilgi Formu, Bilgi Ölçme Soru Formu, Hemşirelik Mesleğini Algılama Ölçeği	Skewness–Kurtosis	Nicel (parametrik) ve nitel analiz	Bağımsız t-testi, bağımlı t-testi, tekrarlı ölçümler ANOVA ve Bonferroni testi	-	Bireysel görüşme İçerik Analizi MAXQDA 2024
Hakbilen, H. G.	Deneysel	Randomize kontrollü tek kör	Akdeniz Üniversitesi Hastanesi Kadın Hastalıkları ve Doğum Polikliniği'ndeki stres üriner inkontinansı tanılı hastalar	Güç Analizi (G*Power)	40 (20 girişim, 20 kontrol)	Hasta Bilgileri Formu, İŞİ, IQO-L, Üİ ve Sıklık Konfor Skalası	Örneklem <30 olduğu için nonparametrik testler	Nonparametrik	Mann-Whitney U, Wilcoxon, McNemar, Marjinal Homojenlik, Pearson Ki-Kare, Fisher's Exact, Fisher-Freeman Halton, Yates, Bonferroni	Kolcaba'nın Konfor Kuramı	-
Gürel Ortaç, A.	Nitel araştırma	Tanımlayıcı nitel araştırma	Amerika, İngiltere ve Almanya'ya göç etmiş Türk hemşireler	Kartopu örnekleme	30 (her ülkeden 10 katılımcı; veri doygunluğunda)	Yarı yapılandırılmış bireysel derinlemesine görüşme formu	Nitel çalışma	Nitel	İçerik analizi	-	Bireysel derinlemesine görüşme İçerik analizi Yazılım kullanılmamış
Karatuzla, M.	Metodolojik	1.Aşama: Metodolojik (ölçek uyarlama) 2.Aşama: Kesitsel, tanımlayıcı ve ilişki arayıcı	İstanbul'da faaliyet gösteren sağlık kuruluşlarında görev yapan hemşirele	Birinci aşama: Ölçek madde sayısının 5–10 katı prensibi İkinci aşama: Evreni bilinmeyen örnekleme yöntemi	Birinci aşama: 657 hemşire İkinci aşama: 514 hemşire	Kurum Bilgi Formu, Hemşire Tanıtıcı Bilgi Formu, Hess Profesyonel Hemşirelik Yönetişimi İndeksi, Hemşirelik İş İndeksi – Hemşirelik Çalışma Ortamını Değerlendirme Ölçeği (Hemşirelerin Yönetime Katılması ve Temsil Gücü Boyutu); Psikolojik Sermaye Ölçeği Kısa Formu (PSÖ-12), Hemşirelerin Bakım Kalitesini Değerlendirme Ölçeği, Hemşire Memnuniyeti Sorusu	Shapiro–Wilk	Parametrik	AFA, DFA, KMO, Bartlett testi, Cronbach alfa, madde-toplam puan analizi, ICC, paralel form güvenirliği, Pearson korelasyon, bağımsız örneklem t testi, tek yönlü ANOVA, Yapısal Eşitlik Modeli, Bootstrapping	-	-
Üner, Z.	Nitel	Tanımlayıcı nitel araştırma	Marmara Bölgesi'ndeki bir üniversite hastanesi, bir şehir hastanesi ve bir özel hastanede görev yapan yönetici hemşireler ve hemşireler	Maksimum çeşitlilik örneklemesi	39 (veri doygunluğunda)	Yarı yapılandırılmış görüşme formu (yönetici hemşire ve hemşire için ayrı), Tanıtıcı Bilgi Formu	Nitel çalışma	Nitel	İçerik analizi, Colaizzi'nin yedi aşamalı fenomenolojik analiz yöntemi	-	Bireysel derinlemesine görüşme Colaizzi Yöntemi (içerik analizi) MAXQDA 2022
Demir Dikmen, Z.	Deneysel	Randomize kontrollü deneysel	Bingöl il merkezindeki diyaliz merkezlerinde kronik böbrek yetmezliği nedeniyle hemodiyaliz tedavisi alan hastalar	Güç analizi (G*Power, priori)	67 (35 deney, 35 kontrol planlanmış; 1 deney, 2 kontrol kayıp)	Sosyodemografik Özellikler Formu, Diyaliz Semptom İndeksi, Genel Konfor Ölçeği, Oküler Yüzey Hastalık İndeksi	Skewness–Kurtosis	Parametrik-nonparametrik	Cronbach alfa, Pearson Ki-kare, Fisher Exact, Fisher Freeman Halton Exact, bağımsız gruplarda t testi, bağımlı gruplarda t testi	Kolcaba'nın Konfor Kuramı	-
Eminoğlu, A.	Deneysel	Tek merkezli, ön test–son test, **körleme yapılmamış**, randomize	2023–2024 Eğitim-Öğretim Yılı Bahar Dönemi'nde Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri	Güç analizi (G*Power	76 (38 deney, 38 kontrol)	Kişisel Bilgi Formu, Nazogastrik Sonda Uygulama Bilgi Testi, Nazogastrik Sonda Uygulama Kontrol Listesi, Öz Güven Görsel Kıyaslama Ölçeği,	Skewness–Kurtosis	Parametrik - nonparametrik	Bağımsız örneklem t-testi, ki-kare testi, McNemar-Bowker testi, iki yönlü varyans analizi (ANOVA),	-	-

		kontrollü deneysel çalışma	Fakültesi Hemşirelik Bölümü 4. sınıfta öğrenim gören öğrenciler			Anksiyete Görsel Kıyaslama Ölçeği ve Öğretim Materyali Motivasyon Ölçeği			Tukey testi, eta-kare etki büyüklüğü, KR-20, Cronbach alfa, ICC		
Kaplan, F.	Deneysel	Ön test–son test randomize kontrollü deneysel çalışma	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Afşin Sağlık Yüksekokulu Hemşirelik Bölümü'nde Hemşirelik Esasları II dersini alan 1. sınıf öğrencileri	Güç analizi (G*Power)	61(30 deney, 31 kontrol)	Öğrenci Tanıtım Formu, İlaç Uygulamalarına Yönelik Beceri Değerlendirme Kontrol Listeleri, Hemşirelik Öğrencilerinde Klinik Uygulamalara Yönelik Tutum Ölçeği, Hemşirelik Öğrencileri Akademik Öz Yeterlilik Ölçeği, Hemşirelik Öğrencilerinin Klinik Stresör Algıları Ölçeği, İlaç Uygulamalarına Yönelik Bilgi Testi Formu , İlaç Uygulamalarına Yönelik Akran Değerlendirme Formu	Kolmogorov-Smirnov	Parametrik - nonparametrik	Ki-kare analizi, bağımlı ve bağımsız örneklem t testleri, tekrarlayan ölçümlerde karma model ANOVA, Bonferroni post hoc testi, Pearson korelasyon katsayısı, gözlemciler arası uyum için ICC	-	-
Gündüz, C. S.	Metodolojik	1.Aşama: Ölçek uyarlama, geçerlilik–güvenirlik (metodolojik) 2. Aşama: Deney ve kontrol gruplu, tekrarlayan ölçümlü randomize kontrollü deneysel	1. Aşama: Türkiye'deki bir devlet üniversitesinin hemşirelik bölümünde öğrenim gören 2. ve 3. sınıf öğrencileri 2. Aşama: 2023–2024 eğitim öğretim yılında Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü'nde öğrenim gören 4. sınıf öğrencileri	1.Aşama: Gönüllü örnekleme 2.Aşama Randomizasyon (random.org)	1.Aşama: 381 (test–tekrar test: 163) 2.Aşama 90 (45 eğitim, 45 kontrol)	CSBBÖ, CSBTÖ; Öğrenci Tanıtım Formu, Cinsel Mitler Ölçeği, PLISSIT Modeline Dayalı Cinsel Sağlık Eğitimi'ne İlişkin Öğrenci Görüş Formu	Shapiro–Wilk	Parametrik - nonparametrik	Rasch analizi, doğrulayıcı faktör analizi, Cronbach alfa, ICC, KR-20, bağımsız örneklem t-testi, tekrarlayan ölçümlerde ANOVA, tek yönlü ANOVA, Mann–Whitney U, Friedman, Kruskal–Wallis, Pearson ve Spearman korelasyonları, Pearson-χ^2	PLISSIT Modeli	Açık uçlu sorular Betimsel değerlendirme (doğrudan alıntılar) Yazılım kullanılmamış.
Şen Tepe, Ç.	Karma	Açıklayıcı sıralı karma yöntem (nicel + nitel), randomize kontrollü deneysel	Sakarya'daki beş özel diyaliz merkezi ve bir devlet hastanesi ile Düzce'deki tıp fakültesi hemodiyaliz merkezlerinden hizmet alan hemodiyaliz hastaları	Güç analizi (G*Power)	32 (16 müdahale, 16 kontrol)	Kişisel Bilgi Formu, Bilinçli Farkındalık Ölçeği (BİFÖ), Hemodiyaliz Stresör Ölçeği (HSÖ), Hastalığa Psikososyal Uyum Öz-Bildirim Ölçeği (PAIS-SR); yarı yapılandırılmış nitel görüşme formu	Çarpıklık–basıklık, Q–Q plot	Parametrik - nonparametrik	Tanımlayıcı istatistikler, bağımsız t-testi, bağımlı t-testi, ki-kare analizi; tümevarımsal içerik analizi	-	Yarı yapılandırılmış görüşme Tümevarımsal içerik analizi MAXQDA 2024
Yıldırım, T.	Deneysel	Ön test–son test ve izlem desenli, basit tabakalı randomizasyonlu, deney ve kontrol gruplu randomize kontrollü deneysel	Tarama sonucunda dahil edilme ve dışlama kriterleri uygulanan 62 hemşirelik öğrencisi	Güç analizi (G*Power) ve basit tabakalı randomizasyon	54 (27 deney, 27 kontrol)	Dahil Edilme Formu, Katılımcı Bilgi Formu, Psikolojik Esneklik Ölçeği, Bradford Bedensel Belirti Envanteri	Skewness–Kurtosis	Parametrik - nonparametrik	Tanımlayıcı istatistikler, ki-kare, Fisher exact testi, bağımsız gruplar t-testi, tekrarlı ölçümler ANOVA, Bonferroni testi, kısmi eta-kare	-	-
Sir, Ö.	Deneysel	Tabakalı randomizasyonlu, girişim ve kontrol gruplu	Ekim 2024 – Nisan 2025 tarihleri arasında klinikte tedavi alan açık kalp	Güç analizi (G*Power) ve tabakalı	56	Hasta Bilgi Formu, Genel Konfor Ölçeği (GKÖ), Visual Analog Scale (VAS), Hemşirelik Sonuçlarının	Kolmogorov–Smirnov	Parametrik	Tanımlayıcı istatistikler, Pearson Ki-Kare, Fisher's Exact Test, Student t-testi,	Kolcaba'nın Konfor Kuramı	-

		randomize deneysel	kapak cerrahisi geçiren hastalar	randomi zasyon		Sınıflandırılması Tablosu (NOC)			bağımsız örneklem t-testi, paired t-testi, Cronbach alfa, Cohen d		
İncel eme, İ.	Nitel	Durum çalışması (program geliştirme çalışması – analiz aşaması)	Gazi Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi dördüncü sınıf öğrencileri.	Amaçlı örnekle me (ölçüt örnekle me)	15 (veri doygunluğun da)	Yarı yapılandırılmış görüşme formu	Nitel araştırma	Nitel	Tümevarımsal tematik analiz	Travelb ee'nin İnsan-İnsana İlişki Modeli	Yarı yapılandırılm ış görüşme Tümevarımsa l tematik analiz (açık kodlama, tema–alt tema) NVivo 14
Tam er, E.	Karma	İki aşamalı karma yöntem (nicel + nitel)	1.Aşama: Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi'nde öğrenim gören öğrenciler 2.Aşama: 2024–2025 eğitim yılında Hemşirelikte Öğretim ve Yönetim İntörn dersini alan 4. sınıf öğrenciler	1.Aşam a: Ders kapsamı nda yer alan öğrencil er 2.Aşam a: Güç analizi (G*Pow er 3.1.9.2)	1.Aşama177 2.Aşama 51	Literatür taraması, ders öğrenme çıktıları ve ölçme-değerlendirme matrisleri, çalıştay verileri; Tanıtıcı bilgi formu, geliştirilen e-portfolyo yazılımı, e-portfolyo değerlendirme formu, öğrenme çıktısına ulaşma düzeyine ilişkin öğrenci görüşleri, görsel kıyaslama ölçeği	Kolmogor ov–Smirnov	Para metri k - nonpa ramet rik	Tanımlayıcı istatistikler, Spearman korelasyon, Mann-Whitney U, Kruskal Wallis-H	-	Çalıştay verileri, uzman görüşleri, öğrenci yansıtıcı ifadeleri Kodlama temelli nitel analiz Yazılım kullanılmamı ş
Aktu ğ, C.	Deneyse l	Randomiz e kontrollü deneysel (değerlend irici körlüğü ve istatistikçi körlüğü uygulanmı ş)	2023–2024 Bahar yarıyılında bir devlet üniversitesinin Hemşirelik Bölümü'nde ikinci sınıfta Cerrahi Hastalıkları Hemşireliği dersini alan öğrenciler	Güç analizi (G*Pow er)	92 (46 ciddi oyun, 46 video)	Tanıtıcı Özellikler Formu, Steril Giyinme ve Cerrahi Alet Hazırlığı Bilgi Testi Formu, Steril Giyinme ve Cerrahi Alet Hazırlığı Beceri Formu, STAI (Spielberger Durumluk–Sürekli Kaygı Ölçeği)	Shapiro–Wilk	Para metri k - nonpa ramet rik	Tanımlayıcı istatistikler, Ki-kare testi, bağımsız örneklem t testi, paired t testi, tekrarlı ölçümlerde ANOVA, Bonferroni düzeltmesi, Pearson korelasyon, Cohen's d, eta kare	-	-
Zeng in, S.	Deneyse l	Basit randomize kontrollü deneysel	Aydın Devlet Hastanesi Kardiyoloji Kliniği'nde akut MI tanısıyla izlenen ve ilk kez acil koroner anjiyografi yapılan hastalar	Güç analizi (G*Pow er) ve basit randomi zasyon (tek–çift numara)	105 (başlangıçta 112 planlanmış; takip kayıpları sonrası)	Tanıtıcı Bilgi Formu, Psikososyal Uyum Öz Bildirim Ölçeği (PAIS-SR), MacNew Kalp Hastalığı Sağlıkla İlgili Yaşam Kalitesi Anketi, Telefonla İzlem ve Görüşme Basamakları Formu	Kolmogor ov–Smirnov	Para metri k - nonpa ramet rik	Tanımlayıcı istatistikler, Ki-Kare testi, Mann–Whitney U, Kruskal–Wallis H, Paired Sample t testi, Wilks Lambda, eta-kare	Meleis'i n Geçiş Teorisi	-
Akso y Bulg urcu, R.	Deneyse l	Randomiz e kontrollü deneysel (istatistiks el analiz aşamasınd a körlük uygulanmı ş)	Eskişehir Şehir Hastanesi'nde preterm doğum yapan ve bebeği YYBÜ'de yatan kadınlar	Güç analizi (G*Pow er)	70 (35 müdahale, 35 kontrol)	Anne-Bebek Veri Formu, Edinburgh Doğum Sonrası Depresyon Ölçeği, Algılanan Annelik Öz Yeterlik Ölçeği, Preterm Bebeklerin Anneleri İçin Emzirme Öz-Yeterlilik Ölçeği	Kolmogor ov–Smirnov	Para metri k - nonpa ramet rik	Tanımlayıcı istatistikler, Cronbach alfa, bağımsız örneklem t testi, tekrarlı ölçümlerde ANOVA, Bonferroni testi	Meleis'i n Geçiş Teorisi	-
Nüzk et, G.	Nicel	Yarı deneysel, ön test–son test kontrol gruplu	2023–2024 eğitim yılında Hemşirelikte Öğretim/Yöneti m İntörn Dersine kayıtlı öğrenciler	Küme örnekle mesi ve evren biliniyor ken örnekle m hesapla ma; güç analizi (G*Pow er)	171 (92 kontrol, 79 girişim)	Tanıtıcı Bilgi Formu, Bilgi Testi, Hasta Eğitim Materyali Değerlendirme Aracı (HEMDA), Dijital Eğitsel Oyunları Kullanma Ölçeği, MD1 oyunu (oynama süreleri ve puanlar)	Q–Q Plot, çarpıklık–basıklık	Para metri k	Tanımlayıcı istatistikler, Ki-kare testi, bağımsız örneklem t testi, bağımlı örneklem t testi, ICC, korelasyon katsayıları	-	-
Opak Yüce l, B.	Deneyse l	Paralel gruplu, randomize kontrollü,	2021–2022 Bahar döneminde Cerrahi	Güç analizi (G*Pow er)	78	Tanıtıcı Özellikler Formu, Hastanın Ameliyat Sonrası Kliniğe Kabulüne	Kolmogor ov–Smirnov	Para metri k - nonpa	Tanımlayıcı istatistikler, bağımsız ve bağımlı	-	-

		tek körlü deneysel	Hastalıkları Hemşireliği dersine kayıtlı öğrenciler			Yönelik Bilgi Testi, Beceri Değerlendirme Kontrol Listesi (OSCE), Oyun Tabanlı Sanal Gerçeklik Oyun Uygulamasına İlişkin Öğrenci Görüş Formu		ramet rik	örneklem t testleri, ki-kare testi, Pearson korelasyon		
Aksoy, Z.	Deneysel	Tabakalı randomizasyonlu, deney ve kontrol gruplu, tek körlü randomize kontrollü deneysel	İstanbul Anadolu Yakası'ndaki bir kamu göğüs hastalıkları hastanesine başvuran KOAH hastaları	Güç analizi (G*Power) ve tabakalı randomizasyon	90 (45 deney, 45 kontrol)	Hasta Tanıtıcı Bilgi Formu, Solunum Fonksiyon Testleri, KOAH Güçlendirme Ölçeği, KOAH Değerlendirme Anketi (CAT), Modifiye Barthel İndeksi, mMRC Skalası, İnhaler Cihaz Kullanım Beceri Skalası, Tele-Hemşirelik Takip Formu, Oksijen Satürasyonu–Nabız Takip Çizelgesi, Semptom Günlüğü, KOAH Eylem Planı	Çarpıklık–basıklık	Parametrik	Tanımlayıcı istatistikler, ki-kare/Fisher testleri, bağımsız gruplar t-testi, tekrarlı ölçümler ANOVA, Bonferroni testi	-	-
Özparlak, A.	Nitel	Teknik eylem araştırması (radikal yapısalcı paradigma)	Çocuk ve Ergen Ruh Sağlığı Hastalıkları Polikliniğinde problemli internet kullanımı nedeniyle takip edilen ergenler	Amaçlı örnekleme (ölçüt örnekleme)	10 (veri doygunluğunda)	Kişisel Bilgi Formu, Problemli İnternet Kullanımı Ölçeği-Ergen (PİKÖ-E), Ergenlerde Öz-Denetim Becerileri Ölçeği, Ergenler için Başa Çıkma Ölçeği (EBÇÖ), Çocuklar için Aile İlişkileri Ölçeği (ÇAİÖ), Eylem Sonrası Görüşme Formu	Normallik sağlanmadı (örneklem yetersizliği)	Parametrik - nonparametrik	Minimum–maksimum, ortalama, Wilcoxon testi; içerik analizi	-	Görüşme İçerik analizi (yargısız okuma, tematik analiz, kapsamlı anlama) NVivo 12 Pro
Kaplan, Z.	Metodolojik	I. Aşama: Ölçek geçerlik–güvenirlik (metodolojik) II. Aşama: Tanımlayıcı	I. Aşama: Türkiye'de Türk Cerrahi ve Ameliyathane Hemşireliği Derneğine kayıtlı ameliyathane hemşireleri II. Aşama: Aydın ilindeki kamu hastanelerinin ameliyathanelerinde çalışan hemşireler	I. Aşama: Madde sayısına dayalı örneklem II. Aşama: Tam sayım yaklaşımı	I. Aşama: Madde sayısına dayalı örneklem II. Aşama: Tam sayım yaklaşımı	Tanıtıcı Özellikler Formu, İklim, Sağlık ve Hemşirelik Anketi (İSHA)	Shapiro–Wilk	Parametrik - nonparametrik	Açımlayıcı faktör analizi (AFA), doğrulayıcı faktör analizi (DFA), tanımlayıcı istatistikler, Pearson korelasyon, çoklu doğrusal regresyon analizi	-	-
Bektaş, G.	Deneysel	Randomize kontrollü deneysel (istatistiksel analiz aşamasında körleme uygulanmış)	Nevşehir Devlet Hastanesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniğinde Ekim 2023–Şubat 2025 döneminde total diz protezi geçiren yetişkin hastalar	Güç analizi (G*Power 3.1) ve randomizasyon	90 (45 çalışma, 45 kontrol)	Hasta Bilgi Formu, Haftalık Kontrol Verileri Formu, Visual Analog Skala (VAS), Memnuniyet Değerlendirme Formu, Oxford Diz Skoru (OKS), EQ-5D-5L	Shapiro–Wilk	Parametrik - nonparametrik	Bağımsız örneklem t-testi, Mann–Whitney U, Monte Carlo düzeltmeli Fisher's Exact Testi, Pearson Ki-Kare, Yates düzeltmesi, Fisher's Exact Testi, Friedman testi, Dunn testi	-	-
Sonkaya, M. Ç.	Nitel	ADDIE yaklaşımıyla yürütülen tasarım tabanlı araştırma	Belirli bir evren tanımlanmamıştır	Amaçlı örnekleme	23 (15 hemşirelik öğrencisi, 8 akademisyen)	Öğrenciler için İhtiyaç Analizi Soruları, Akademisyenler için İhtiyaç Analizi Soruları, Öğrenciler için Modül Değerlendirme Soruları	Nitel çalışma	Nitel	Açık kodlama, eksen kodlama, seçici kodlama	-	İhtiyaç analizi ve değerlendirme soruları Nitel içerik analizi (açık, eksen, seçici kodlama ATLAS.ti)
Akaltun, H.	Yarı deneysel	Ön test–son test uygulamalı, tabakalı randomize kontrollü	Yarı deneysel (ön test–son test, kontrol gruplu)	Güç analizi (G*Power) ve tabakalı	75 (dijital oyun grubu 25, teorik ders grubu 25, kontrol grubu 25)	Tanıtıcı Özellikler Soru Formu, Cerrahi Alan Enfeksiyonu Bilgi Testi, Öğretim Materyali Motivasyon Ölçeği	Q–Q Plot, çarpıklık–basıklık	Parametrik - nonparametrik	Tanımlayıcı istatistikler, güvenilirlik analizi, Ki-kare testi, bağımsız örneklem t-testi,	-	-

		(körleme yapılmamış)		randomizasyon					tek yönlü ANOVA, bağımlı t-testi, Pearson korelasyon, Kruskal–Wallis testi, Bonferroni post hoc		
Özkan, M.	Deneysel	Tabakalı randomize kontrollü deneysel çalışma (körleme uygulanmamıştır)	Aydın ili Efeler ilçesine bağlı Çeştepe ve Tepecik mahallelerinde ikamet eden 65 yaş ve üzeri bireyler	Güç Analizi (G*Power), Tabakalı örnekleme	112 (56 deney, 56 kontrol)	Kişisel Bilgi Formu, Yaşlılarda Yaşam Kalitesi Ölçeği (CASP-19), Yaşlılarda Psikolojik İyi Oluş Ölçeği (YPİOÖ)	Kolmogorov–Smirnov	Parametrik - nonparametrik	Mann–Whitney U testi, Pearson Ki-Kare testi, Likelihood Ratio testi, Friedman testi	Kolcaba'nın Konfor Kuramı	-
Çetkin, T.	Deneysel	Bloklu randomizasyonla gruplara atanarak yürütülen randomize kontrollü deneysel çalışma	İnönü Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi 1. sınıf öğrencileri	Güç Analizi (G*Power), Bloklu randomizasyon	99 (35 ciddi oyun, 35 etkileşimli video, 29 kontrol*)	Öğrenci Tanıtım Formu, Psikomotor Becerileri Değerlendirme Kontrol Listeleri, Hemşirelik Öğrencileri İçin Algılanan Stres Ölçeği, Öğrenci Memnuniyeti ve Öğrenmede Kendine Güven Ölçeği, Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği, Ciddi Oyun Değerlendirme Formu, Görsel Analog Skala (VAS)	Kolmogorov–Smirnov, Skewness–Kurtosis, Q–Q Plot, Histogram	Parametrik	Bağımlı örneklem t-testi, Tek yönlü varyans analizi (ANOVA), Welch testi, Tukey post-hoc testi, Ki-kare testi	-	-
Konateke, O.	Deneysel	Bloklu randomizasyon içeren randomize kontrollü deneysel çalışma	2023–2024 bahar döneminde İnönü Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi birinci sınıf öğrencileri	Güç Analizi (G*Power), Bloklu randomizasyon	105	Birey Tanıtım Formu, Üriner Sistem Uygulamaları Beceri Değerlendirme Formu, Üriner Sistem Uygulamalarına Yönelik Bilgi Testi, Öğrenci Öz-Yeterlik Ölçeği, Öğretim Yöntemlerini Değerlendirme Formu	Kolmogorov–Smirnov, Skewness–Kurtosis, Q–Q Plot, Histogram	Parametrik	Bağımlı örneklemler t testi, Tek yönlü ANOVA, Tukey testi, Welch testi, Ki-kare testi, ICC	-	-
Cantürk, E.	Deneysel	Tek merkezli, paralel gruplu, randomize kontrollü, tek kör müdahale çalışması	2024–2025 güz döneminde Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi'nde eğitim gören 3. sınıf hemşirelik öğrencileri	Güç Analizi (G*Power), Randomizasyon	60 (30 deney, 30 kontrol)	Öğrenci Tanıtıcı Özellikler Formu, Antiemboli Çorabı Bakımı Bilgi Değerlendirme Formu, Perioperatif Antiemboli Çorabı Uygulama Becerileri Değerlendirme Formu, Etkileşimli Video Değerlendirme Formu	Skewness–Kurtosis, Mahalanobis uzaklığı	Parametrik - nonparametrik	Ki-kare analizi, Bağımsız örneklemler t testi, Mann–Whitney U testi, Bağımlı örneklemler t testi, Tekrarlayan Ölçümlü Çok Değişkenli Varyans Analizi (Repeated Measures MANOVA), Fleiss' Kappa analizi, Pearson korelasyon, Little's MCAR testi, Çoklu imputasyon yöntemi	-	-
Güngör, C.	Yarı deneysel	Tek gruplu ön test–son test yarı deneysel tasarım	10 Ocak 2025 – 10 Nisan 2025 tarihleri arasında Gaziantep Şahinbey 2 No'lu Verem Savaş Dispanseri'ne tedavi ve takip amacıyla başvuran hastalar	Güç Analizi (G*Power), Tam sayım	54	Hasta Bilgi Formu, Dispne-12-TR Ölçeği, Çok Boyutlu Yaşam Kalitesi Ölçeği, London Chest Günlük Yaşam Aktiviteleri Ölçeği (LCGYAÖ), Tele-hemşirelik Değerlendirme Formu, Telefonla İzlem Formu, DİSCERN Ölçeği	Shapiro–Wilk, Kolmogorov–Smirnov	Parametrik - nonparametrik	Independent Samples t testi, Paired Samples t testi, ANOVA, Mann–Whitney U testi, Wilcoxon testi, Kruskal–Wallis H testi, Spearman korelasyonu	-	-

Buldak, C. İ.	Metodolojik, Karma	I. Aşama: Metodolojik araştırma II. Aşama: Yakınsak paralel karma yöntem	I. Aşama: 2023–2024 eğitim öğretim yılında Yüksek İhtisas Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü'nde öğrenim gören 2., 3. ve 4. sınıf öğrencileri II. Aşama: 2024–2025 eğitim öğretim yılında Ankara Yüksek İhtisas Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü'nde öğrenim gören ikinci sınıf öğrencileri	Amaçlı örnekleme, Güç Analizi (G*Power – post hoc)	I. Aşama: 145 II. Aşama: 47	Hasta Güvenliği Simülasyonu Deneyimi Memnuniyet Ölçeği (HGSDMÖ), Tanımlayıcı Kişisel Bilgi Formu, Hasta Güvenliği Bilgi Düzeyi Testi, Odak Grup Görüşmesi Soruları	Kolmogorov–Smirnov, Shapiro–Wilk	Parametrik - nonparametrik	Açımlayıcı faktör analizi, Doğrulayıcı faktör analizi, Cronbach alfa, Test–tekrar test analizi, Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi, Friedman testi, Spearman korelasyon, Kendall's W	-	Odak grup görüşmesi Colaizzi yöntemi Yazılım kullanılmamış
Korkmaz, C.	Nitel	Fenomenolojik desende nitel araştırma	Doğum sonrası 1–8 aylık dönemde olan, Edinburgh Postpartum Depresyon Ölçeği'nden ≥13 puan alan postpartum depresyon riski taşıyan primipar kadınlar	Amaçlı örnekleme, Kolayda örnekleme, Kartopu örnekleme, Ölçüt örnekleme	18	Edinburgh Postpartum Depresyon Ölçeği (EPDÖ), Kişisel Bilgi Formu, Yarı yapılandırılmış derinlemesine görüşme formu	Nitel	Nitel analiz	Tematik analiz	Meleis'in Geçiş Teorisi	Bireysel görüşme Tematik analiz (Braun ve Clarke) Manuel
Gülbahar Eren, M.	Nitel, Metodolojik, Karma	I. Aşama: Nitel ihtiyaç analizi II. Aşama: Ölçek geliştirme ve geçerlik–güvenirlik III. Aşama: Makine öğrenimi tabanlı karar destek sistemi geliştirme	I. Aşama: Kardiyometabolik multimorbiditesi olan yaşlı hastalara bakım veren hemşireler II. Aşama: Sakarya Eğitim ve Araştırma Hastanesi iç hastalıkları, kardiyoloji ve nöroloji-inme servislerinde yatarak tedavi edilen kardiyometabolik multimorbiditeli hastalar III. Aşama: Aynı servislerde yatan, en az iki kardiyometabolik hastalığı bulunan yaşlı hastalar	Amaçlı örnekleme, Maksimum çeşitlilik örneklemesi, Güç analizi	I. Aşama: 20 II. Aşama: 388 (AFA: 200, DFA: 188) III. Aşama: 700	Kişisel Bilgi Formu, Yarı yapılandırılmış görüşme formu, Hasta Bilgi Formu, KM-SŞÖ, EQ-5D-3L Genel Yaşam Kalitesi Ölçeği, Edmonton Kırılganlık Ölçeği	I. Aşama: Uygulanmadı / Nitel II. Aşama: Skewness–Kurtosis III. Aşama: Uygulanmadı	Parametrik - nonparametrik	Açımlayıcı faktör analizi, Doğrulayıcı faktör analizi, Cronbach Alpha, McDonald's Omega, Korelasyon analizi, Bağımsız gruplar t-testi, Makine öğrenimi sınıflandırma algoritmaları	-	Bireysel görüşme Tümevarımsal tematik analiz MAXQDA, Python
Yumuşak, M	Deneysel	Ön test–son test randomize kontrollü deneysel çalışma	2023–2024 yılında Aksaray Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümünde öğrenim gören öğrenciler	Güç Analizi (G*Power), Randomizasyon	80	Kişisel Bilgi Formu, Akıllı Telefon Bağımlılığı Ölçeği Kısa Formu (ATBÖ-KF), Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi (PUKİ), Değişim Aşamalarının Sınıflandırılması Ölçeği (DASÖ)	Kolmogorov–Smirnov, Shapiro–Wilk	Nonparametrik	Mann–Whitney U testi, Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi, Ki-Kare / exact testleri, Cronbach Alfa	Transteoretik Model	-
Altunkan, H.	Deneysel	Randomize, ön test–son test kontrollü, paralel	7 No'lu ASM'ye kayıtlı 40–59 yaş aralığındaki primer	Güç Analizi (G*Power),	78 (39 deney, 39 kontrol)	Dışlama Kriteri Formu, Kişisel Bilgi Formu, Antihipertansif İlaç Tedavisine Uyum	Skewness–Kurtosis	Parametrik	Bağımsız örneklem t testi, Pearson Ki-Kare testi, Fisher testi,	Koruma Motivasyon Teorisi	-

		deneysel çalışma	hipertansiyonlu bireyler	Random izasyon		Ölçeği, Sağlıklı Yaşam Biçimi Davranışları Ölçeği, Kan Basıncı İzlem Formu, Telefonla izlem formu, Kısa mesaj servisi takip çizelgesi			Karışık düzen ANOVA, Bonferroni düzeltmesi, Cronbach Alfa		
Bakan, N.	Deneysel	Tek kör, paralel grup, randomize kontrollü deneysel tasarım	Bir kamu üniversitesinin hemşirelik bölümünde öğrenim gören öğrenciler	Güç Analizi (G*Power), Randomizasyon	56	Tanıtıcı Bilgi Formu, Yetişkinler İçin Psikolojik Dayanıklılık Ölçeği (YPDÖ)	Shapiro–Wilk, Skewness–Kurtosis	Parametrik	Bağımsız gruplarda t testi, Ki-kare testi, İki yönlü karma desenli ANOVA, Bonferroni testi	-	-
Çalış İbiş, K.	Deneysel	Ön test–son test kontrol gruplu, tek kör, randomize kontrollü deneysel tasarım	AFSÜSUAM Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği'nde basit diskektomi için yatan lomber disk hernisi hastaları	Güç Analizi (G*Power), Randomizasyon	80 (40 müdahale, 40 kontrol)	Kişisel Bilgi Formu, Telefonla Görüşme İzlem Formu, Visual Analog Skala (VAS), Ağrıyla Başetme Envanteri (ABE), Oswestry Bel Ağrısı Anketi (ODI)	Skewness	Parametrik	Bağımsız gruplar t testi, Bağımlı gruplar t testi, Ki-kare analizi, Pearson korelasyon analizi, İki yönlü tekrarlı ölçüm varyans analizi, Cronbach Alfa	-	-
Yalıç, T.	Nicel	Eylem araştırması; veri toplama süreci vaka-kontrol tasarımında yürütülmüştür	Veri toplama dönemlerinde İstinye Üniversitesi Hastanesi LIV Hospital Bahçeşehir İnme Merkezi'ne başvuran ve dahil edilme/dışlanma kriterlerine uyan hastalar	Tam sayım	Dahil edilme/dışlanma kriterlerini sağlayan evrenin tamamı	Retrospektif Dönem Hasta Bilgi Formu, Prospektif Dönem Hasta Bilgi Formu, NEWS2 Skalası, National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS), Modifiye Rankin Skalası (mRS)	Kolmogorov–Smirnov	Parametrik - nonparametrik	Ki-kare testi, Fisher testi, Mann–Whitney U testi, Lojistik regresyon analizi	-	Birim çalışanlarının görüşleri Belirtilmemiş Yazılım kullanılmamış
Şen, Y.	Deneysel	Üç girişim grubundan oluşan, randomize, üçlü kör deneysel çalışma	Bir hemşirelik fakültesinde öğrenim gören son sınıf öğrenciler	Güç Analizi (G*Power), Randomizasyon	75 (25 yüksek gerçeklik, 25 web tabanlı, 25 hibrit)	Tanıtıcı Bilgi Formu, Erişkinlerde İleri Yaşam Desteği Bilgi Testi, Erişkinlerde İleri Yaşam Desteği Beceri Kontrol Listesi, Öğrenmede Öğrenci Memnuniyeti ve Özgüven Ölçeği, Simülasyon Tasarım Ölçeği, Erişkinlerde İleri Yaşam Desteği Eğitimi Değerlendirme Formu	Skewness–Kurtosis	Parametrik	Tek yönlü varyans analizi (ANOVA), Karma desen ANOVA, Bağımlı gruplar t testi, Ki-kare testi, Bonferroni testi, Cronbach Alfa	-	-
Özcan, T.	Yarı deneysel	Yarı deneysel tasarım	2023–2024 bahar döneminde KTÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü 2. sınıfta öğrenim gören ve Cerrahi Hastalıkları Hemşireliği dersine kayıtlı öğrenciler	Güç Analizi (G*Power), Randomizasyon	86 (43 deney, 43 kontrol)	Öğrenci Bilgi Formu, Kardiyopulmoner Resüsitasyon Bilgi Formu, Kardiyopulmoner Resüsitasyon Beceri Değerlendirme Formları, Web Tabanlı Oyunlaştırma Uygulamaları Görüş Formu	Skewness–Kurtosis	Parametrik	Bağımsız gruplar t-testi, Bağımlı gruplar t-testi, Tekrarlı Ölçümler ANOVA, Ki-kare testi, Bonferroni testi	-	-
Dizdar, E.	Yarı deneysel	Yarı deneysel tasarım	2023–2024 eğitim-öğretim yılı güz ve bahar döneminde KTÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü'nde HEM2055 Cerrahi Hastalıkları	Güç Analizi (G*Power), Randomizasyon	73 (37 deney, 36 kontrol)	Öğrenci Bilgi Formu, Heimlich Manevrası Bilgi Formu, Yetişkin Heimlich Manevrası Beceri Değerlendirme Formu, Çocuk Heimlich Manevrası Beceri Değerlendirme Formu, Bebek Heimlich Manevrası	Skewness–Kurtosis	Parametrik	Bağımsız gruplar t-testi, Bağımlı gruplar t-testi, Tekrarlı Ölçümler ANOVA, Ki-kare testi, Bonferroni testi	-	-

			Hemşireliği dersine kayıtlı ikinci sınıf öğrencileri			Beceri Değerlendirme Formu, Etkileşimli Video Değerlendirme Ölçeği					
Çelik, Ş.	Metodolojik, Nicel	I. Aşama: Ölçek geliştirme (metodolojik) II. Aşama: Kesitsel doğrulama	I. Aşama: Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesinde çalışan hemşireler II. Aşama: Erzurum Şehir Hastanesinde çalışan hemşireler	Basit rastgele örnekleme	I. Aşama: 475 (AFA=290, DFA=185) II. Aşama: 522	Tanıtıcı Bilgi Formu, Hemşirelik Kuramlarına Yönelik Öz Yeterlik Ölçek Taslağı, Hemşirelik Kuramlarına Yönelik Öz Yeterlik Ölçeği (HKYÖYÖ)	I. Aşama: Uygulanmadı II. Aşama: Skewness–Kurtosis	Parametrik	Açımlayıcı Faktör Analizi, Doğrulayıcı Faktör Analizi, Cronbach Alpha, McDonald Omega, Pearson korelasyon, Bağımsız gruplarda t testi, Tek yönlü ANOVA, Bonferroni posthoc	-	-
Bakır, H.	Deneysel	Müdahale ve kontrol gruplu, randomize kontrollü deneysel çalışma (çoklu körleme)	Selçuk Üniversitesi Selçuk Tıp Fakültesi Hastanesi Göğüs Hastalıkları servisinde yatan, GOLD kriterlerine göre evre 4 ve evde oksijen tedavisi alan KOAH hastaları	Güç Analizi (G*Power), Randomizasyon	69	Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri Formu, Sosyodemografik Bilgi Formu, Hasta Tanıtıcı Bilgi Formu, Modified Medical Research Council (mMRC) Dispne Skalası, St. George Solunum Anketi (SGRQ)	Shapiro–Wilk	Parametrik - nonparametrik	Bağımsız iki örneklem t testi, Mann–Whitney U testi, Pearson Ki-Kare testi, Fisher's Exact testi, Fisher–Freeman–Halton testi, Yates düzeltmesi, Friedman testi, Lineer regresyon, Robust regresyon, İki yönlü robust ANOVA, PATH analizi	-	-
Bakır, S.	Yarı deneysel	Ön test–son test kontrol gruplu yarı deneysel tasarım	Ege Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi üçüncü sınıf hemşirelik öğrencileri	Amaçlı örnekleme, Güç Analizi	Amaçlı örnekleme, Güç Analizi	Bilgilendirilmiş Onam Formu, Tanıtıcı Bilgi Formu, Emzirme Yönetimi Bilgi Formu, Emzirme Eğitimi Kendini Değerlendirme Formu, Öğrenci Memnuniyeti ve Öğrenmede Kendine Güven Ölçeği, Simülasyon Laboratuvar Uygulaması Öz Değerlendirme Ölçeği, Eğitim Yöntemleri Memnuniyet Anketi, Beceri Kontrol Listesi	Shapiro–Wilk	Parametrik - nonparametrik	Tek yönlü ANOVA, Kruskal–Wallis testi, Wilcoxon testi, Ki-kare testi	-	-
Bayraktar Dedeoğlu, Ş.	Nitel	Charmaz'ın yapılandırmacı temellendirilmiş kuram deseni	Akdeniz Üniversitesi Hastanesi, Antalya Eğitim ve Araştırma Hastanesi ve Kepez Devlet Hastanesi'nde çalışan hemşireler	Amaçlı örnekleme, Ölçüt örnekleme	Kuramsal doygunluğa ulaşılana kadar	Kişisel Bilgi Formu, Gözlem Notları Formu, Yarı yapılandırılmış görüşme formu	Nitel çalışma	Nitel analiz	Açık kodlama, Eksenel kodlama, Seçici kodlama	Charmaz'ın yapılandırmacı temellendirilmiş kuram yaklaşımı	Bireysel görüşme, Gözlem Temellendirilmiş kuram analizi (Charmaz) Belirtilmemiş
Ertuğrul, B.	Deneysel	Ön test–son test, paralel gruplu, randomize kontrollü deneysel çalışma (değerlendirici ve istatistikçi kör)	Başkent Üniversitesi Hemşirelik Bölümü'nde HSH412 Afetlerde Bakımın Yönetimi dersini seçen 3. ve 4. sınıf öğrenciler	Güç Analizi (G*Power), Randomizasyon	68 (34 müdahale, 34 kontrol)	Tanıtıcı Bilgiler Formu, Afete Hazırlık Bilgi Soru Formu, Afete Hazırlık Beceri Formu, Afete Hazırbulunuşluk Ölçeği (AHÖ), Afet Tehdidi İçin Psikolojik Hazırlık Ölçeği (ATİPHÖ)	Skewness–Kurtosis	Parametrik	Bağımsız örneklem t testi, Pearson Ki-kare / Fisher's Exact testi, Karma ANOVA, Bonferroni testi, Cronbach Alfa	-	-

Akdeniz, C.	Deneysel	Tek kör, paralel desenli, randomize kontrollü çalışma	2025–2026 eğitim-öğretim yılında Ankara'da hemşirelik lisans eğitimi sunan üniversitelerdeki 3. ve 4. sınıf hemşirelik öğrencileri	Güç Analizi (G*Power), Randomizasyon	70 (35 müdahale, 35 kontrol)	Tanıtıcı Bilgiler Formu, Öğrenci Liderlik Uygulamaları Envanteri, Örnek Liderlik Uygulamaları Bilgi Testi, Liderlik Eğitim Programı Değerlendirme Formu, Liderlik Oyunu Değerlendirme Formu	Shapiro–Wilk	Parametrik - nonparametrik	Bağımsız t testi, Mann–Whitney U testi, Ki-kare testi, Yates düzeltmesi, Fisher's Exact testi (Monte Carlo), Genelleştirilmiş Lineer Model (GLM), Robust ANOVA, Tukey testi, Bonferroni testi	Örnek Liderliğin Beş Uygulaması, Yaşantısal Öğrenme	-
Mert, T. Y.	Deneysel	Ön test–son test, randomize kontrollü deneysel çalışma (istatistikçi kör)	Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Hemşirelik Bölümü ve Suşehri Sağlık Yüksekokulu Hemşirelik Bölümünde öğrenim gören 1., 2. ve 3. sınıf hemşirelik öğrencileri	Güç Analizi (G*Power), Randomizasyon	56 (28 müdahale, 28 kontrol)	Kişisel Bilgi Formu, İnternet Bağımlılık Ölçeği, Sosyal Medya Bağımlılık Ölçeği, Öz Yeterlik Ölçeği	Shapiro–Wilk	Parametrik - nonparametrik	Bağımsız Örneklem t testi, Mann–Whitney U testi, Eşli t testi, Wilcoxon testi, Tekrarlı Varyans Analizi, Friedman testi, Dunn testi, Pearson korelasyonu, Spearman korelasyonu, Ki-kare testleri (Yates, Fisher's Exact, Monte Carlo), Cronbach alfa	-	-

5.TARTIŞMA

Türkiye'de hemşirelik disiplininde 2025 yılında tamamlanan doktora tezlerinin metodolojik yapıları incelendiğinde, çalışmaların %50'den fazlasının deneysel tasarıma sahip olduğu görülmektedir. Bu bulgu, güncel araştırma eğilimlerinin girişimsel ve uygulama odaklı çalışmaların daha sık yapıldığını göstermektedir. Ülkemizde 1980-2015 yılları arasında yapılan toplam 676 hemşirelik yüksek lisans ve doktora tezinin incelendiği bir araştırmada tezlerin %32,69'unun deneysel tasarımda yürütüldüğü bildirilmiştir (Büyükkaya Besen, 2016). Benzer şekilde, Lee ve ark. (2012) tarafından Kore'de yapılan çalışmada da hemşirelik doktora tezlerinin %51,5'inin deneysel tasarımda gerçekleştirildiği belirtilmiştir. Hemşirelik yönetimi alanı özelinde ise Meneses ve Sanna (2015), Brezilya'daki lisansüstü tezlerin yaklaşık yarısında nicel araştırma tasarımının kullanıldığını saptamıştır. Buna karşın, Scochi ve ark. (2015) tarafından Brezilya genelinde 2010-2012 yıllarını kapsayan analizde, nitel yöntemlerin %66,1 ile baskın olduğu, nicel yöntemlerin ise %27,9 ile sınırlı kaldığı rapor edilmiştir. Elde edilen bu sonuçlar, hemşirelik alanındaki lisansüstü tez yöntemlerinin yıllar içinde ve ülkeler arasında dinamik bir değişim gösterdiğini kanıtlamaktadır. Bu metodolojik çeşitlilik; ülkelerin sağlık politikaları, hemşirelik eğitimindeki öncelikler ve disiplinin o dönemdeki akademik olgunluk düzeyi ile yakından ilişkilidir. Türkiye özelinde gözlemlenen nitel ve betimsel odaklı yaklaşımlardan, daha yüksek kanıt düzeyi sunan deneysel tasarımlara doğru yaşanan bu dönüşüm; hemşirelik girişimlerinin etkinliğinin bilimsel temellere dayandırılması ve akademik

bilginin klinik uygulama üzerindeki doğrudan etkisinin artırılması açısından kritik bir ilerleme olarak kabul edilebilir.Örneklem türleri açısından güç analizine dayalı örneklem belirlemenin baskın olması, araştırmacıların örneklem büyüklüğünü belirlerken istatistiksel temele dayanan daha sistematik bir yaklaşım benimsediğini göstermektedir. Evren olarak çoğunlukla öğrenci gruplarının seçilmesi, örneklemin sınırlı olduğunu göstermektedir. Normallik değerlendirmesinde en çok çarpıklık ve basıklık değerlerinin kullanılması, araştırmacıların parametrik testlere geçmeden önce verilerin uygunluğunu temel ölçütlerle değerlendirdiğini göstermektedir.Analiz yöntemleri incelendiğinde, karma nicel analizlerin yüksek oranda kullanıldığı ve tezlerde nicel veri analizlerinin ağırlıkta olduğu görülmektedir. Nitel analizlerin daha sınırlı düzeyde yer alması, nitel veri temelli çalışmaların nicel çalışmalara kıyasla daha az tercih edildiğini düşündürmektedir. Nitel veri kullanılan tezlerde bireysel görüşmenin en yaygın veri toplama yöntemi olması, araştırmacıların derinlemesine bilgi elde etmeye yönelik yaklaşımları benimsediğini göstermektedir. Ayrıca nitel analiz yazılımlarının sınırlı düzeyde kullanılması, analiz süreçlerinde çoğunlukla yazılım destekli yöntemler yerine manuel analiz yaklaşımlarının tercih edildiğini ortaya koymaktadır. Bu bulgu, analiz sürecinin şeffaflığı ve izlenebilirliği açısından tartışılabilecek bir yöntemsel özellik olarak değerlendirilebilir.

6. SONUÇ

Bu çalışmada, 2025 yılında hemşirelik alanında tamamlanan doktora tezlerinin metodolojik özellikleri doküman analizi yaklaşımıyla incelenmiştir. Bulgular, tezlerin büyük bir bölümünün deneysel araştırma türünde ve randomize kontrollü tasarımda yürütüldüğünü, örneklem belirlemede ise en sık güç analizine dayalı yaklaşımların tercih edildiğini göstermektedir. Evren gruplarında öğrenci ve hasta popülasyonlarının ağırlıklı olarak kullanıldığı, normallik analizlerinde ise en sık çarpıklık–basıklık değerlerine başvurulduğu belirlenmiştir. Analiz türlerinde karma nicel analizlerin ön planda olduğu, nitel veri kullanımının ise daha sınırlı düzeyde kaldığı saptanmıştır. Ayrıca tezlerin büyük çoğunluğunda herhangi bir kuram ya da model kullanılmadığı, nitel analizlerde ise yazılım kullanımının sınırlı olduğu görülmüştür.

Elde edilen bu bulgular, 2025 yılı hemşirelik doktora tezlerinde deneysel tasarımların, istatistiksel temelli örneklem belirlemenin ve nicel analiz ağırlıklı yaklaşımların ön planda olduğunu ortaya koymaktadır. Bu çalışma, hemşirelik alanında doktora düzeyinde yürütülen araştırmaların güncel yöntemsel profilini ortaya koyan bütüncül bir değerlendirme sunmaktadır.

7.KAYNAKÇA

Akaltun, H. (2025). Dijital oyun tabanlı öğrenim aktivitesinin hemşirelik öğrencilerinin cerrahi alan enfeksiyonlarını önleme girişimlerini öğrenmelerine ve motivasyonlarına etkisi (Yayınlanmamış doktora tezi). Gaziantep Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/

Akdeniz, C. (2025). Hemşirelik öğrencilerinin transformasyonel liderlik davranışlarının geliştirilmesinde "nurseLEAD in progress" oyununun etkisi: bir randomize kontrollü çalışma (Yayınlanmamış doktora tezi). Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/

Aksoy Bulgurcu, R. (2025). Meleis'in Geçiş Teorisi'ne temellendirilmiş hemşirelik yaklaşımının preterm doğum yapan kadınlarda postpartum depresyon, annelik öz yeterliliği ve emzirme öz yeterliliğine etkisi (Yayınlanmamış doktora tezi). Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Gülhane Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/

Aksoy, Z. (2025). Güçlendirme modeli temelli tele-hemşirelik girişimlerinin koah hastalarını güçlendirmede etkisi (Yayınlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/

Aktuğ, C. (2025). Steril giyinme ve cerrahi alet hazırlığı eğitiminde ciddi oyun tabanlı ve video destekli uygulamaların hemşirelik öğrencilerinin bilgi, beceri ve anksiyete düzeylerine etkisi (Yayınlanmamış doktora tezi). Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/

Altunkan, H. (2025). Hipertansiyonlu hastalarda koruma motivasyon teorisine dayalı hemşirelik girişimlerinin ilaç uyumuna ve sağlıklı yaşam biçimi davranışlarına etkisi: randomize kontrollü çalışma (Yayınlanmamış doktora tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/

Bakan, N. (2025). Hemşirelik öğrencilerinde öyküsel grup danışmanlığının psikolojik dayanıklılık düzeyine etkisi (Yayınlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/

Bakır, H. (2025). Evde oksijen tedavisi alan KOAH hastalarında taburculuk sonrası çoklu hemşirelik girişimlerinin hastane başvuru sayısı, dispne düzeyi ve yaşam kalitesi üzerine etkisi: randomize kontrollü çalışma (Yayınlanmamış doktora tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/

Bakır, S. (2025). Emzirmenin yönetimi ve desteklenmesinde farklı simülasyon uygulamalarının hemşirelik öğrencilerinin özgüven, memnuniyet ve emzirme yönetimi bilgi ve becerilerine etkisi (Yayınlanmamış doktora tezi). Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/

Bayraktar Dedemoğlu, Ş. (2025). Hemşirelik bakımında praksis: Temellendirilmiş kuram çalışması (Yayınlanmamış doktora tezi). Akdeniz Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/

Bektaş, G. (2025). Total diz protezi sonrası tele-hemşirelik hizmeti ile verilen eğitim ve danışmanlığın ameliyat sonrası yaşam kalitesi ve komplikasyonlar üzerine etkisinin incelenmesi (Yayınlanmamış doktora tezi). Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/

Besen, D. B. (2016). Examining postgraduate theses in nursing in Turkey between 1980–2015. *International Journal of Health Services Research and Policy, 1*(2), 46–51.

Buldak, C. İ. (2025). TAG TEAM hasta güvenliği simülasyonunun hemşirelik öğrencilerinin öğrenme ve memnuniyeti üzerine etkisinin incelenmesi (Yayınlanmamış doktora tezi). Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/

Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. Qualitative Research Journal, 9(2), 27–40. https://doi.org/10.3316/QRJ0902027

Cantürk, E. (2025). Anti-emboli çorapları giyen cerrahi hastasının bakımına yönelik geliştirilen etkileşimli videonun hemşirelik öğrencilerinin öğrenmelerine etkisi (Yayınlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/

Çalış İbiş, K. (2025). Lomber disk hernisi operasyonu sonrası sunulan telefon tabanlı destek eğitiminin (tele hemşirelik) postoperatif ağrı yönetimi ve fonksiyonel yetersizlik üzerine etkisi (Yayınlanmamış doktora tezi). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/

Çelik, Ş. (2025). Hemşirelik kuramlarına yönelik öz yeterlik ölçeğinin geliştirilmesi ve ilk doğrulanması (Yayınlanmamış doktora tezi). Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü.

https://tez.yok.gov.tr/
Çetkin, T. (2025). Ciddi oyun ve etkileşimli video destekli eğitimin hemşirelik öğrencilerinin psikomotor beceri, algılanan stres, memnuniyet ve öğrenmede kendine güven düzeylerine etkisi (Yayınlanmamış doktora tezi). İnönü Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/
Dalmolin, A., Girardon-Perlini, N. M. O., Simon, B., Coppeti, L., & Machado, L. (2019). Familia conviviendo con una persona con estomía intestinal: un análisis documental. Cultura de los Cuidados, 23(53), 219–229. https://doi.org/10.14198/cuid.2019.53.21
Demir Dikmen, R. (2025). Kolcaba'nın konfor kuramına göre verilen hemşirelik bakımının hemodiyaliz tedavisi alan hastaların semptomlarına ve konfor düzeylerine etkisi (Yayınlanmamış doktora tezi). Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/
Dizdar, E. (2025). Etkileşimli video tasarımı uygulamasının hemşirelik öğrencilerinin heimlich manevrası uygulaması becerilerine etkisi (Yayınlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/
Dowling, M., Hernon, O., Boland, V., Nic Giolla Chomhaill, C., Meenaghan, T., Connolly, S., Hackett, F., McCaughey, C., Quinn, B., King, T., Maynard, B., Chante, S., Walpole, G., Cormican, O., & Campbell, K. (2025). Twenty years of nurse-led research in hemato-oncology: a mapping review. Seminars in Oncology Nursing, 41(5). https://doi.org/10.1016/j.soncn.2025.151958
Eminoğlu, A. (2025). Sanal gerçekliğe dayalı nazogastrik sonda uygulama becerisinin mezun durumdaki hemşirelik öğrencilerinin bilgi, beceri, öz güven, anksiyete ve motivasyonu üzerine etkisinin değerlendirilmesi (Yayınlanmamış doktora tezi). Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/
Ertuğrul, B. (2025). Hemşirelik öğrencilerine verilen sanal gerçeklik tabanlı afet eğitiminin afete hazıroluşluğa etkisi: randomize kontrollü çalışma (Yayınlanmamış doktora tezi). Başkent Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/
Gülbahar Eren, M. (2025). Kardiyometabolik multimorbiditesi olan yaşlı hastalarda bakım gereksinimlerini sınıflandırma ve hemşirelik tanılarını belirlemeye yönelik bir karar destek sisteminin geliştirilmesi (Yayınlanmamış doktora tezi). Sakarya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/
Gündüz, C. S. (2025). Hemşirelik öğrencilerine PLISSIT modeli ile verilen cinsel sağlık eğitiminin bilgi ve tutuma etkisi (Yayınlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/
Güngör, C. (2025). Tüberküloz hastalarında tele hemşirelik yöntemiyle desteklenen solunum egzersizleri eğitiminin ve izlemin dispne ve yaşam kalitesine etkisi (Yayınlanmamış doktora tezi). Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/
Gürel Ortaç, A. (2025). Türkiye'de hemşirelik eğitimi almış hemşirelerin yurt dışındaki çalışma yaşamlarına ilişkin deneyimleri: nitel araştırma (Yayınlanmamış doktora tezi). İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/
Hakbilen, H. G. (2025). Stres üriner inkontinansı tanılı kadınlarda konfor kuramına temellendirilmiş hemşirelik girişimlerinin üriner inkontinans, yaşam kalitesi ve konfor düzeylerine etkisi: randomize kontrollü çalışma (Yayınlanmamış doktora tezi). Akdeniz Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/
İnceleme, İ. (2025). Hemşirelik öğrencilerinin profesyonel kimlik gelişimini desteklemeye yönelik Travelbee'nin İnsan İnsana İlişki Modeline dayalı eğitim programının tasarlanması (Yayınlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/
Kaplan, F. (2025). Mikro öğretim yönteminin hemşirelik öğrencilerinin psikomotor beceri, tutum, öz yeterlilik ve klinik stres düzeyi üzerine etkisi (Yayınlanmamış doktora tezi). İnönü Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/
Kaplan, Z. (2025). İklim, Sağlık ve Hemşirelik Anketinin Türkçe geçerlik ve güvenirlik çalışması ve ameliyathane hemşirelerinin iklim değişikliğine yönelik farkındalıklarının incelenmesi (Yayınlanmamış doktora tezi). Akdeniz Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/
Karatuzla, M. (2025). Hess Profesyonel Hemşirelik Yönetişimi İndeksinin Türkçeye uyarlanması ve hemşirelerin yönetişim algıları ile ilişkili faktörlerin belirlenmesi (Yayınlanmamış doktora tezi). İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/
Kaya Odabaş, R., Sökmen, Y., & Taşpınar, A. (2022). Türkiye'de emzirme sürecinde uygulanan

nonfarmakolojik yöntemler ile ilgili yapılmış lisansüstü tezlerin incelenmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi, 15(1), 56–67. https://doi.org/10.46483/deuhfed.942281
Konateke, Ö. (2025). Ters yüz öğrenme ve mobil öğrenme yöntemlerinin hemşirelik öğrencilerinin üriner kateterizasyon uygulama bilgi, beceri ve öz yeterlik düzeyine etkisi (Yayınlanmamış doktora tezi). İnönü Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/
Korkmaz, C. (2025). Postpartum depresyon riski olan kadınların hemşirelik bakım gereksinimlerinin meleis geçiş teorisine göre değerlendirilmesi (Yayınlanmamış doktora tezi). Sakarya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/
Lee, K. J., Kang, Y., Gu, M. O., Kim, K., Kim, O., Suh, Y. O., et al. (2012). Analysis of trends and contents of nursing doctoral dissertations in Korea. *Journal of Korean Academy of Nursing, 42*(2), 302–309.
Mert, T. Y. (2025). Çözüm odaklı yaklaşımın hemşirelik öğrencilerinin internet, sosyal medya bağımlılığı ve öz yeterlilik düzeylerine etkisi (Yayınlanmamış doktora tezi). Sivas cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/
Nüzket, G. (2025). Oyun temelli eğitimin hemşirelik öğrencilerinin broşür hazırlama bilgi ve becerilerine etkisi (Yayınlanmamış doktora tezi). Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/
Opak Yücel, B. (2025). Hastanın ameliyat sonrası kliniğe kabulüne yönelik oyun tabanlı sanal gerçeklik öğrenme yönteminin hemşirelik öğrencilerinin öğrenme çıktıları üzerine etkisi (Yayınlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/
Özcan, T. (2025). Web tabanlı oyunlaştırma uygulamalarının hemşirelik öğrencilerinin kardiyopulmoner resüsitasyona ilişkin öğrenmelerine etkisi (Yayınlanmamış doktora tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/
Özkan, M. (2025). Kolcaba'nın konfor kuramına temellendirilmiş hemşirelik bakımının yaşlıların yaşam kaliteleri ve psikolojik iyi oluş düzeyleri üzerine etkisi (Yayınlanmamış doktora tezi). Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/
Özparlak, A. (2025). Ergenlerde problemli internet kullanımına özgü hemşirelik uygulama modelinin geliştirilmesi (Yayınlanmamış doktora tezi). Akdeniz Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/
Pann, K. J., Bacher, T., Buchner, V.-K., Glarcher, M., Eßl-Maurer, R., & Ewers, A. (2025). International competencies of nurses with advanced practice in anesthesia nursing: an integrative review. International Journal of Nursing Studies Advances, 8. *https://doi.org/10.1016/j.ijnsa.2025.100319*
Scochi, C. G., Gelbcke, F. L., Ferreira, M. de, Lima, M. A., Padilha, K. G., Padovani, N. A., et al. (2015). Nursing doctorates in Brazil: Research formation and theses production. *Revista Latino-Americana de Enfermagem, 23*(3), 387–394. https://doi.org/10.1590/0104-1169.0590.2564
Sevinç, E. (2025). Hemşirelik esasları dersinde yaratıcı drama ile öğretimin hemşirelik kuramları bilgi düzeyine ve hemşirelik meslek algısına etkisi (Yayınlanmamış doktora tezi). Haliç Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/
Silva de Meneses, A., & Sanna, M. C. (2015). Research methods used in the production of knowledge on nursing administration. *Revista Eletrônica de Enfermagem, 17*(4).
Sir, Ö. (2025). Kolcaba'nın konfor kuramına temellendirilen hemşirelik bakımının açık kalp kapak cerrahisi geçiren hastaların konfor düzeyi ve NOC sonuçlarına etkisi (Yayınlanmamış doktora tezi). Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/
Sonkaya, M. Ç. (2025). Hemşirelik öğrencilerinde toraks ve kalp muayene becerilerinin tasarım tabanlı bir modül ile geliştirilmesi (Yayınlanmamış doktora tezi). Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/
Şen Tepe, Ç. (2025). Hemodiyaliz hastalarına uygulanan bilinçli farkındalık temelli hemşirelik girişimlerinin psikososyal uyuma etkisi (Yayınlanmamış doktora tezi). Sakarya Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/
Şen, Y. (2025). Yüksek gerçeklikli, web tabanlı ve hibrit simülasyon yöntemlerinin hemşirelik öğrencilerinin erişkinlerde ileri yaşam desteği uygulamasına etkisi (Yayınlanmamış doktora tezi). İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/
Tamer, E. (2025). Hemşirelik eğitiminde çıktıya dayalı program değerlendirmede e-portfolyo

kullanımı (Yayınlanmamış doktora tezi). Ege Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/
Törnroos, S., Leino-Kilpi, H., Siekkinen, M., & Metsälä, E. (2025). The nature of knowledge and epistemic interests of radiography science: an analysis of doctoral dissertations using the critical normative epistemology framework. Scandinavian Journal of Caring Sciences, 39(3). https://doi.org/10.1111/scs.70105
Üner, Z. (2025). Yönetici hemşirelerin ve hemşirelerin hasta bakımının denetimine ilişkin görüşleri ve hemşirelik bakımını değerlendirme formunun geliştirilmesi (Yayınlanmamış doktora tezi). İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/
Yalıç, T. (2025). Bir inme ünitesinde erken uyarı sisteminin uygulanması: hemşirelik bakım kalitesini iyileştirme çalışması (Yayınlanmamış doktora tezi). İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/
Yıldırım, T. (2025). Hemşirelik öğrencilerine uygulanan kabul ve kararlılık terapisi temelli grup psikoeğitiminin psikolojik esneklik ve bedensel belirtilere etkisi (Yayınlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/
Yumuşak, M. (2025). Transteoretik model ve motivasyonel görüşme temelli müdahale programının hemşirelik öğrencilerinde akıllı telefon bağımlılığı ve uyku kalitesi düzeylerine etkisi (Yayınlanmamış doktora tezi). Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/
Zengin, S. (2025). Meleis'in geçiş teorisine göre temellendirilmiş hemşirelik yaklaşımının, akut miyokard enfarktüsü geçiren hastaların; kalp yaşam kalitesine ve uyuma etkisi (Yayınlanmamış doktora tezi). Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü. https://tez.yok.gov.tr/

KANSER HASTALARINDA YORGUNLUK VE YORGUNLUĞA YÖNELİK HEMŞİRELİK YAKLAŞIMI

Doç. Dr. Arzu KARABAĞ AYDIN
Kafkas University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, 36100 Merkez, Kars
ORCID: 0000-0002-0002-4091
Lisansüstü Öğrenci Zehra MERİÇ
Kafkas University, Institute of Health Sciences, Department of Nursing, 36100 Merkez, Kars
ORCID: 0009-0008-4455-5899

ÖZET

Yorgunluk, kanser hastalarında halsizlik, bitkinlik ve enerji eksikliği ile karakterize edilen hem hastalık sürecinde hem de tedavisi tamamlanmış bireylerde sıkça görülen, genel iyilik hâlini olumsuz etkileyen bir semptom olarak tanımlanmaktadır. Ulusal Kapsamlı Kanser Ağı (The National Comprehensive Cancer Network-NCCN) tarafından "Kansere bağlı yorgunluk, kanser veya kanser tedavisi ile ilgili, son aktivitelerle orantılı olmayan ve olağan işleyişe müdahale eden, üzücü, kalıcı, öznel bir fiziksel, duygusal ve/veya bilişsel yorgunluk veya bitkinlik duygusudur." şeklinde tanımlanmaktadır. Kanserle ilişkili yorgunluk, hastaların işlevselliğini, günlük aktivitelerini ve sosyal etkileşimlerini olumsuz etkileyen yaygın bir semptomdur. İlerlemiş kanser hastalarında yorgunluk prevalansı %75–100 arasında değişmektedir. Bu durum özellikle lokal olarak ilerlemiş veya metastatik, tedavi edilemeyen vakalarda daha sık görülmektedir. Yorgunluğun yüksek prevalansa rağmen, etiyolojisi ve patofizyolojik mekanizmaları henüz tam olarak açıklanmamıştır. Bu derlemenin amacı kanser hastalarında yorgunluk ve yorgunluğa yönelik hemşirelik yaklaşımlarını irdelemektir. Google Scholar, PubMed, ResearchGate, Dergipark ve YÖK (Yüksekburetim Kurumu) Tez veri tabanlarında "kanser, kanser hastası, yorgunluk, hemşirelik bakımı, cancer, cancer patient, fatigue, nursing care" anahtar kelimeleri ile literatür taraması yapılmıştır ve kitap bölümlerinden yararlanılmıştır. Destekleyici bilgi için kurumsal web sitelerinden de yararlanılmıştır. Derlemede toplam on yedi kaynak kullanılmıştır. Yapılan literatür taraması sonucunda kanser hastalarının yorgunluk hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıkları görülmektedir. Hemşireler, yorgunluk yaşayan hastaları sistematik bir şekilde değerlendirmeli ve yorgunluğun olası nedenlerini belirlemelidir. Hastanın yaşam kalitesi ve fonksiyonel kapasitesi dikkate alınarak, en uygun yorgunluk ölçüm aracı seçilmelidir. Etkili bir yönetim için farmakolojik, non-farmakolojik yaklaşımlar ve girişimler konusunda hastaya ve ailesine eğitim verilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Kanser, kanser hastası, yorgunluk, hemşirelik bakımı

FATIGUE IN CANCER PATIENTS AND NURSING APPROACHES TO FATIGUE MANAGEMENT

ABSTRACT

Fatigue is defined as a symptom that negatively affects overall well-being in cancer patients, characterized by weakness, exhaustion, and lack of energy, both during the disease process and in individuals who have completed treatment. The National Comprehensive Cancer Network (NCCN) defines "cancer-related fatigue as a distressing, persistent, subjective feeling of physical, emotional, and/or cognitive tiredness or exhaustion related to cancer or cancer treatment, disproportionate to recent activity, and interfering with normal functioning." Cancer-related fatigue is a common symptom that negatively impacts patients' functionality, daily activities, and social interactions. The prevalence of fatigue in advanced cancer patients ranges from 75–100%. This situation is especially more common in locally advanced or metastatic, untreatable cases. Despite its high prevalence, fatigue's etiology and pathophysiological mechanisms are not yet fully understood. The aim of this review is to examine fatigue and nursing approaches to fatigue in cancer patients. Literature searches were conducted using the keywords “cancer, cancer patient, fatigue, nursing care” in Google Scholar, PubMed, ResearchGate, Dergipark, and YÖK (Higher Education Council) Thesis databases, and book chapters were also utilized. Corporate websites were also consulted for supporting information. A total of seventeen sources were used in this compilation. A literature review revealed that cancer patients lack sufficient knowledge about fatigue. Nurses should systematically assess patients experiencing fatigue and identify possible causes of the fatigue. The most appropriate fatigue assessment tool should be selected, taking into account the patient's quality of life and functional capacity. For effective management, patients and their families should be educated about pharmacological and non-pharmacological approaches and interventions.

Keywords: Cancer, cancer patient, fatigue, nursing care

1. GİRİŞ

Kanser, vücuttaki belirli hücre gruplarının farklılaşması, aşırı ve kontrolsüz çoğalması ile karakterize edilen genel bir terimdir. Hücreler, doku onarımı ve yenilenme için sınırlı sayıda bölünme yeteneğine sahiptir ve görevini tamamlayan sağlıklı bir hücrenin apoptosis (programlı ölüm) ile kendini yok etmesi beklenir. Ancak bu kontrol mekanizması bozulduğunda hücreler kontrolsüzce çoğalarak neoplazma adı verilen tümörleri oluşturur. Yavaş gelişen ve yayılamayan tümörler bening (iyi huylu) olarak adlandırılırken; hızlı çoğalan, çevre dokulara sızan ve vücuda yayılarak (metastaz) ölüme sebebiyet verebilen tümörler malign (kötü huylu/kanser) olarak tanımlanır. Tedavi ve bakım süreçlerinde önemli ilerlemeler kaydedilmiş

olmasına rağmen, kanser günümüzde sık rastlanan, yaşam kalitesini olumsuz etkileyen ve ölümle sonuçlanabilen ciddi bir kronik hastalık olarak varlığını sürdürmektedir. Günümüzde dünyadaki en yaygın ikinci ölüm nedeni olan kanser, bireyleri fiziksel ve psikososyal olarak etkileyen ciddi bir sağlık sorunudur; bu nedenle erken teşhis yöntemleri ve modern tedavilerle hastaların yaşam süresini uzatmak temel hedeftir (Çetinkaya ve Şahin, 2020; Temiz, 2021).

Kanser, günümüzde görülme sıklığı giderek artan kronik sağlık sorunlarından biridir. Dünya'da, 2022 yılında yaklaşık 20 milyon yeni kanser tanısı alan hastanın bulunduğunu ve 9,7 milyon kişi kanser nedeniyle hayatını kaybettiğini bildirildi. Ayrıca kanser teşhisi konduktan sonraki 5 yıl içinde hayatta kalan tahmini kişi sayısı 53.5 milyondur. En sık görülen kanser türleri arasında meme kanseri, akciğer kanseri, kolorektal kanser, prostat kanseri ve mide kanseri bulunur. Ülkemizdeki verilere bakıldığında; 2022 yılında yeni kanser tanısı alanların sayısı yaklaşık 240.013 iken toplamda kanser sebebiyle ölen kişi sayısı ise yaklaşık 129.672 dir. Yeni kanser vakalarının sayısının 2050 yılına kadar 35 milyona ulaşması öngörülmektedir, bu da mevcut verilere göre %77'lik bir artışı ifade etmektedir. Bu artışın temel nedenleri arasında yaşlanan nüfus, çevresel faktörler ve yaşam tarzı değişiklikleri yer almaktadır (GLOBOCAN, 2022).

Kanserli bireylerde hem hastalığın doğasından hem de uygulanan tedavilerin yan etkilerinden kaynaklanan semptomlar; kendine bakım, sosyal faaliyetler, istihdam ve eğitim gibi birçok aktivite alanında katılım kısıtlılıklarına yol açmaktadır. Kanser ve kemoterapi tedavisi gören hastalarda, kendine bakım, üretkenlik ve serbest zaman etkinlikleri dahil olmak üzere tüm aktivite performans alanları olumsuz etkilenmekte; bu durum günlük rutinlerin bozulmasına, rol kaybına ve katılım kısıtlılıklarına neden olmaktadır. Kanserin cerrahi, kemoterapi ve radyoterapi gibi çeşitli tedavi yöntemleri bulunmaktadır. Ancak bu tedaviler sonucunda sıklıkla ortaya çıkan semptomlar; ağrı, yorgunluk, bitkinlik, aktivite ve rol becerilerinde performans düşüklüğü, mutsuzluk, depresyon, anksiyete, bilişsel problemler ve günlük yaşam aktivitelerine katılımda zorluklar olarak sıralanabilir. Bu semptomların bir veya birkaçının varlığı, bireyin genel iyilik halini olumsuz yönde etkilediği bilinmektedir (Çetinkaya ve Şahin, 2020).

Kanserle ilişkili semptomların etkin yönetimi, hasta bakımında önemli bir rol oynamaktadır. Bu amaçla geliştirilen stratejiler büyük önem taşımaktadır. Semptom yönetimi, hemşirelere, semptom yönetimi deneyiminde ortaya çıkan karmaşık kavramsal ilişkileri anlamlandırma ve sistematik bir çerçevede düzenleme konusunda yardımcı olur. Bu süreç, hastaların fiziksel, psikososyal ve davranışsal tepkilerini bütüncül bir yaklaşımla ele alarak semptomların etkisini en aza indirgemeyi ve yaşam kalitesini artırmayı hedeflemektedir (Mathev ve ark., 2021).

2. YÖNTEM

Bu derlemenin amacı kanser hastalarında yorgunluk ve yorgunluğa yönelik hemşirelik yaklaşımlarını irdelemektir. Google Scholar, PubMed, ResearchGate, Dergipark ve YÖK (Yüksekburetim Kurumu) Tez veri tabanlarında (Kanser, kanser hastası, yorgunluk, hemşirelik bakımı, cancer, cancer patient, fatigue, nursing care) anahtar kelimeleri ile literatür taraması yapılmıştır ve kitap bölümlerinden yararlanılmıştır. Destekleyici bilgi için kurumsal web sitelerinden de yararlanılmıştır. Derlemede toplam on yedi kaynak kullanılmıştır. Kaynaklar; akademik makaleler, kitap bölümleri ve tez çalışmalarından oluşmaktadır. Kaynak seçimi yapılırken kaynakların güncel olmasına dikkat edilmiştir.

3. YORGUNLUK

Yorgunluk, kanser hastalarında hem hastalığın evreleri hem de tedavi süreçleri boyunca sıkça görülen, rahatsız edici bir semptom olup yaşam kalitesi üzerinde önemli ölçüde olumsuz etki göstermektedir. Bu durum, fiziksel, psikolojik ve sosyal açıdan hastaların günlük yaşamlarını zorlaştırır (Makbali ve ark.2020). Kanser gibi yaşamı tehdit eden hastalıklarda yorgunluk, hastaların işlevselliğini, günlük aktivitelerini gerçekleştirme yetisini ve sosyal etkileşimlerini olumsuz etkileyen yaygın bir semptomdur. İlerlemiş kanser hastalarında yorgunluk prevalansının %75 ile %100 arasında olduğu bildirilmiştir. Bu semptom özellikle lokal olarak ilerlemiş veya metastatik, tedavi edilemeyen kanser vakalarında daha sık gözlemlenmektedir. Yapılan araştırmalar, yorgunluğun günlük yaşam aktiviteleri üzerinde ağrıdan daha büyük bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir (Bahar ve ark. 2019, Stone ve ark 2023).Kanserle ilişkili yorgunluk, Ulusal Kapsamlı Kanser Ağı (The National Comprehensive Cancer Network-NCCN) tarafından “Kansere bağlı yorgunluk, kanser veya kanser tedavisi ile ilgili, son aktivitelerle orantılı olmayan ve olağan işleyişe müdahale eden, üzücü, kalıcı, öznel bir fiziksel, duygusal ve/veya bilişsel yorgunluk veya bitkinlik duygusudur.” şeklinde tanımlanmaktadır(https://www.nccn.org/searchresult?indexCatalogue=nccnsearchindex&searchQuery=CancerRelated%20Fatigue Erişim tarihi: 20.05.2025).

Kanserle ilişkili yorgunluk; halsizlik, bitkinlik ve enerji eksikliği ile karakterize edilen hem aktif tedavi sürecindeki hastalar hem de tedavisi tamamlanmış bireyler için sıkıntılı ve kalıcı bir semptomdur. Genel yorgunluktan farklı olarak, bu tür yorgunluk dinlenme veya uyku ile azalmaz ve hastaların yaşam kalitesi üzerinde uzun vadeli olumsuz etkiler yaratabilir. Kanser tedavisinin tamamlanmasının ardından yıllar geçmesine rağmen bu semptomu deneyimleyen birçok hasta bulunmaktadır. Fiziksel aktivite yapmada yetersizlik, enerji eksikliğinin en belirgin sonuçlarından biridir (Karakuş ve ark. 2022).

Kanserle ilişkili yorgunluk, hastaların genel iyilik halini ve yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyen yaygın bir semptomdur. Bu semptomun yüksek prevalansına rağmen, etiyolojisi ve patofizyolojik mekanizmaları henüz tam olarak açıklığa kavuşmamış olup hem fizyolojik hem de psikolojik yönleri sebebiyle tek bir mekanizmayla açıklanması güçtür. Araştırmalar, bu yorgunluğun bilişsel, duygusal, psikososyal ve somatik faktörlerin etkileşimi sonucu ortaya çıkan çok faktörlü bir patogenezinin olduğunu göstermektedir. Literatürde, kanserle ilişkili yorgunluğun patofizyolojisiyle ilgili çeşitli hipotezler öne sürülmektedir. Bunlar arasında sirkadiyen ritimdeki değişiklikler, ATP ve sitokin düzensizliği, hipotalamik-hipofiz-adrenal (HPA) ekseninde işlev bozukluğu, serotonin (5-HT) düzensizliği, depresyon, kaşeksi, vagal-afferent sinir aktivasyonu, inflamasyon ve anemi bulunmaktadır (Karakuş ve ark. 2022).

4. YORGUNLUĞUN ETİYOLOJİSİ

Yorgunluk ve bitkinliğin nedenleri ile mekanizması üzerine yapılan açıklayıcı modeller, bu semptomların oldukça karmaşık olduğu ve birçok faktörden kaynaklandığını ortaya koymaktadır. Radyoterapi, kemoterapi, hematopoetik kök hücre nakli, hormonal ve biyolojik ajanlar, doz yoğunluğu ve radyasyon fraksiyon planlaması gibi tedaviye bağlı değişkenlerin yorgunlukla ilişkili olduğu bilinmektedir. Kansere bağlı yorgunluğun ortaya çıkışı ve şiddeti ile yaş, cinsiyet, medeni durum ve çalışma durumu arasındaki ilişki henüz tam olarak belirlenmemiştir. Çalışmalar, yorgunluğun anemi, kemik iliği baskılanması, ruhsal sorunlar, ağrı, uyku bozuklukları, elektrolit dengesizlikleri, kardiyopulmoner, hepatik ve renal fonksiyon bozuklukları, hipotiroidizm, hipogonadizm, adrenal yetersizlik, enfeksiyon, malnütrisyon ve santral sinir sistemine etkili ilaçların yan etkileri ile ilişkili olduğunu göstermektedir (Usta Yeşilbakan 2019).

5. KANSERE BAĞLI YORGUNLUĞA İLİŞKİN HEMŞİRELİK TEORİLERİ

Hemşirelik teorileri, yorgunluğun fizyopatolojik varsayımlarını ve bu semptomun ortaya çıkmasına neden olan faktörleri açıklamaktadır. Ancak kas, sinir ve nöral aktivitedeki değişiklikler ile yorgunluk arasındaki ilişkiyi gösteren fizyopatolojik hipotezler henüz kesin olarak doğrulanmamıştır. Bu teoriler, genellikle enerji kullanımı ve korunması üzerine odaklanmaktadır. Bu teoriler, yorgunluğun çok yönlü doğasını anlamak ve yönetmek amacıyla geliştirilmiş olup hem fizyolojik hem de psikososyal faktörleri içeren bütüncül yaklaşımlar sunmaktadır (Usta Yeşilbakan 2019).

Yorgunluk yönetimi ve girişimlerini geliştirmeye yönelik en sık bahsedilen beş teori şunlardır:

- Ryden'ın "Enerji Tüketiminin Kavramsal Çatısı" (Ryden's Conceptual Framework of Energy Expenditure), Ryden'in (1977) Enerji Tüketiminin Kavramsal Çatısı Modeli, insan vücudunu çevresinden enerji toplayan açık bir sistem olarak tanımlayarak yorgunluğu açıklamaktadır. Hastalık döneminde artan enerji gereksinimi, bireyin sosyal ve fiziksel aktiviteler için sınırlı enerjiye sahip olmasına neden olur. Kanserli hastalar, hastalık ve tedavi süreçlerinde yüksek enerji ihtiyacı duyar ve stres yönetilmezse enerji tükenerek yorgunluk ortaya çıkabilir.
- Aistars'ın "Düzenleme Çatısı" (Aistars Organizing Framework), Aistars'ın (1987) Düzenleme Çatısı Teorisi, yorgunluğu enerji açığı olarak ele alır ve kanserli hastalarda stresin en önemli tetikleyici faktörlerden biri olduğunu öne sürer. Bu teori, ağrı, enfeksiyon ve anemi gibi fiziksel stresörlerin yanı sıra duygusal stresin de yorgunluğun oluşumunda kritik rol oynadığını savunur. Model, yorgunluğun yönetimi için meditasyon, egzersiz, zaman yönetimi ve hasta eğitiminin etkili stratejiler olduğunu destekler. Basit ama kapsamlı olan bu teori, kanser ve kronik hastalıklarla yaşayan bireyler için uygulanabilir (Usta Yeşilbakan 2019).
- Irvine, Vincent, Graydon, Bubela ve Thompson'un "Enerji Analiz Modeli" (Energy Analysis Model), bu model, insan vücudunu enerji üretiminde iç ve dış kaynaklara bağlı açık bir sistem olarak tanımlar. Buna göre, iştahsızlık ve su kaybı nedeniyle enerji azalması, uyku bozuklukları, anksiyete veya anemi nedeniyle enerji ihtiyacının karşılanamaması yorgunluğun ortaya çıkmasına neden olur.
- Piper, Lindsey ve Doldun'un "Entegre Yorgunluk Modeli" (Integrated Fatigue Model), Piper ve arkadaşlarının (1987) Entegre Yorgunluk Modeli, yorgunluğu hem biyolojik hem de psikolojik faktörlerin etkileşimi ile açıklayan kapsamlı bir teoridir. Bu model, kanserli hastaların yorgunluk deneyimlerini subjektif olarak ifade ettiği durumları ele alarak, yorgunluğun çok boyutlu doğasını vurgulamaktadır (Usta Yeşilbakan 2019).
- Winningham'ın "Psiko-Biyolojik-Termodinamik Modeli" (Psycho-biological-Entropy Model), Winningham'in (1996) Psiko-Biyolojik-Termodinamik Modeli, yorgunluğu hastalık, semptomlar, tedavi, çevresel etkenler ve hareketsizlikten kaynaklanan bir enerji açığı olarak tanımlar. Model, yorgunluğun giderilmesi için iki temel girişim önerir: Yorgunluğa neden olan semptomların ve faktörlerin kontrol altına alınması, yorgunluğun oluşumunu önleyici stratejilerin uygulanması. Winningham, özellikle fiziksel aktivitenin yorgunluğun yönetiminde önemli bir rol oynadığını vurgulamaktadır (Usta Yeşilbakan 2019).

Tablo 1. Kansere bağlı yorgunluğu değerlendirme araçları

Ölçek	Değerlendirdiği yorgunluk boyutu	Madde sayısı	Puanlama
Kısa yorgunluk envanteri	Yorgunluk şiddeti ve etkisi	9	11 puanlı likert
Yorgunluk sayısal ölçeği	Yorgunluk şiddeti yorgunluğun	2	100 mm'lik çizgili analog ölçek
Kanserle ilişkili yorgunluk distres ölçeği	Yorgunluğun fiziksel, sosyal, pisiko-spritüel sonuçları	20	11 puanlı likert
Fonksiyonel kanser tedavisi değerlendirme: yorgunluk	Yorgunluğun fiziksel, afektif ve bilişsel boyutları ve günlük yaşam aktivitelerine etkisi	15	5 puanlı likert
Kanser yorgunluk ölçeği	Yorgunluğun fiziksel, afektif vebilişsel boyutları	13	5 puanlı likert
Yorgunluk semptom envanteri	Yorgunluk şiddeti, sıklığı, günlük pateni ve yaşam kalitesine etkisi	10	2 puanlı likert
Yorgunluk şiddet ölçeği	Tek madde yorgunluk şiddet puanı ve yorgunluğun günlük aktiviteler üzerine etkisi	14	7 puanlı likert
Yorgunluk ölçeği: adolesanlar için	Yorgunluğun aftektif, davranışsal, somatik ve bilişsel yönleri ve günlük yaşam aktivitelerini etkileri içeren çok boyutlu yorgunluk	20	5 puanlı likert

Usta Yeşilbakan, 2019

Tablo 1. Kansere bağlı yorgunluğu değerlendirme araçları (devamı…)

Çok boyutlu yorgunluk semptom envanteri	Çok boyutlu yorgunluk global deneyim somatik semptomlar, bilissel semptomlar, affektif ve davranışsal semptomlar	-	-
Çok boyutlu yorgunluk envanteri	Çok boyutlu yorgunluk global deneyim somatik semptomlar, bilissel semptomlar, affektif ve davranışsal semptomlar	20	5 puanlı likert
Çok boyutlu yorgunluk değerlendirme	Yorgunluk şiddeti, zamanı, sıkıntı ve engel	16	100 mm'lik çizgili analog ölçek, ayrıca çok seçenekli 2 maddesi var
Piper yorgunluk ölçeği-revize edilmiş	Yorgunluk şiddeti, davranışsal, duyusal, affektif, bilişsel boyutları içeren çok boyutlu yorgunluk	22	2 puanlı likert
Rhoten yorgunluk ölçeği	Yorgunluk şiddeti	1	2 puan çizgili ölçek
Schwartz kanser yorgunluk ocağı	Fiziksel ve algısal yorgunluk	6	5 puanlı likert
Lee yorgunluk ölçeği	Yorgunluk, enerji	18	0-10 çizgili ölçek

Usta Yeşilbakan, 2019

6. YORGUNLUĞUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Kanserle ilişkili yorgunluk, hasta, sağlık profesyonelleri ve sağlık sistemi kaynaklı engeller nedeniyle yeterince tanınmayan bir semptom haline gelebilir. Hastalar, tedavinin olumsuz etkilenmesinden endişe edebilir veya yorgunluğu kaçınılmaz bir durum olarak görebilir. Sağlık profesyonelleri de yorgunluğu doğal bir semptom olarak değerlendirebilir, bu da hastaların bu konuda konuşmaktan kaçınmasına yol açabilir. Etkili yönetim için bu engellerin kaldırılması gerekmektedir. Her hastaya yorgunluk hissedip hissetmediğinin sorulması, ayrıntılı hasta öyküsü ve fizik muayenenin yapılması önemlidir. Laboratuvar testleri, rutin taramalar ve düzenli takip, tanı ve yönetimde kritik süreçlerdir. Yorgunluk, hastalık sürecinin her aşamasında ve tedavi sonrasında değerlendirilmelidir. Fiziksel performans, duygudurum, bilişsel işlev ve sosyal etkileşim üzerinde olumsuz etkiler yaratabilen yorgunluk, uygun ölçekler kullanılarak değerlendirilmelidir (Karakuş ve ark. 2022).

7. YORGUNLUĞUN FARMAKOLOJİK YÖNTEMİ

Kansere bağlı yorgunluğun farmakolojik tedavisinde amaç, yorgunluğa neden olan faktörleri belirleyerek uygun müdahaleyi sağlamaktır. Tümör veya uygulanan tedavinin yorgunluğa neden olduğu düşünülüyorsa, tedaviye başlanabilir veya doz değişikliği yapılabilir. Sıvı-elektrolit dengesizlikleri (hiperkalsemi, dehidratasyon) bifosfonatlar ve sıvı düzenlemeleri ile düzeltilebilir. Anemi tedavisinde rekombinant human eritropoetin alan hastaların daha güçlü oldukları ve yorgunluklarının azaldığı bildirilmiştir. Ancak şiddetli anemide eritropoetin tedavisinin etkinliği sınırlıdır. Hedef hemoglobin değerinin 11-12 g/dL olması, yorgunluk ve yaşam kalitesi üzerinde olumlu etkiler yaratabilir. Eritropoetin ve darbepoetin iyi tolere edilse de tromboemboli riski, hipertansiyon, kırmızı hücre aplazisi ve bazı tümörlerde büyüme etkisi göz önünde bulundurulmalıdır. Megestrol ve kortikosteroidler, anoreksi veya kaşeksiye bağlı metabolik bozukluklarda önerilebilir (Usta Yeşilbakan 2019).

Uyku bozuklukları, kanserli hastaların yorgunluk düzeyini etkileyebilir. Kısa süreli ve kısa etkili benzodiazepinler, şiddetli uyku bozukluğu yaşayan hastalarda yararlı olabilir. Ayrıca sedatif antihistaminikler, antidepresanlar ve antipsikotikler alternatif farmakolojik seçeneklerdir. Kronik hastalıkları olan bireylerde hipotiroidizm, diyabetes mellitus, kardiyovasküler hastalıklar ve KOAH gibi durumlar için hedefe yönelik tedavi uygulanmalıdır. Farmakolojik tedaviye rağmen yorgunluk devam ediyorsa, ek müdahaleler gerekebilir. Randomize çalışmalar, psikostimülanlar (deksafetamin, metilfenidat) ve modafinilin yorgunluğun yönetiminde etkili olabileceğini göstermiştir. Modafinil kullanımına ilişkin belirgin bir yan etki bildirilmemiş olup, uzmanlar tarafından desteklenmektedir (Usta Yeşilbakan 2019).

8. YORGUNLUĞUN NON-FARMAKOLOJİK YÖNTEMİ

Kansere bağlı yorgunluk yönetiminde non-farmakolojik yöntemlerde önemlidir. Farmakolojik olmayan yaklaşımlar arasında egzersiz, psikososyal müdahaleler, beyaz parlak ışık terapisi, yoga, diyet yönetimi, akupunktur/akupresür ve uyku terapisi bulunmaktadır. Literatürde hasta eğitimi, danışmanlık, öz-yönetim programları, hedef belirleme ve stres yönetimi gibi yöntemler de önerilmektedir (Karakuş ve ark. 2022).

Düzenli fiziksel aktivite, iskelet-kas zayıflığı olan hastalar için güçlendirme egzersizleri, yağsız vücut kitlesinin korunması ve geri kazanımı için aerobik egzersizler önerilmektedir. Egzersiz, enerji kaybını azaltır, işlevsel kapasiteyi artırır ve dolaşım sistemini harekete geçirerek yorgunlukla ilişkili sitokinlerin ve diğer maddelerin atılmasını sağlar. Aerobik egzersizler, yorgunluğu %40-50 oranında azaltabilir ve haftada 3-5 kez, 40-60 dakika uygulanması

önerilmektedir. Yürüyüşün ise haftada 4-5 kez, 30 dakika yapılması tavsiye edilmektedir. Alternatif yöntemler arasında masaj, yoga, bitki çayları, meditasyon, gevşeme meditasyon, gevşeme yaklaşımlar, yorgunluğun hafifletilmesinde etkilidir (Bahar ve ark. 2019).

9. YORGUNLUĞUN HEMŞİRELİK BAKIMI

Hemşireler, yorgunluk yaşayan hastaları sistematik bir şekilde değerlendirmeli ve yorgunluğun olası nedenlerini belirlemelidir. İlaç yan etkileri veya ilaç etkileşimleri yorgunluğa sebep olabileceğinden, hastanın beta bloker, kalsiyum kanal blokeri, trankilizan, alkol, kas gevşetici ve sedatif kullanımını sorgulamak önemlidir. Kanserle ilişkili yorgunluk yönetimi, tüm sağlık profesyonellerinin koordineli çalışmasını gerektiren çok boyutlu bir süreçtir. Hemşireler, bu semptomun değerlendirilmesi ve yönetilmesinde kritik bir rol oynar. Hastanın yaşam kalitesi ve fonksiyonel kapasitesi dikkate alınarak, en uygun yorgunluk ölçüm aracı seçilmelidir. Etkili bir yönetim için farmakolojik ve non-farmakolojik girişimlerin faydaları konusunda hasta ve aile eğitimi sağlanmalıdır. Araştırmalar, hastaların yorgunluk hakkında yeterli bilgiye sahip olmadığını göstermektedir. Bu nedenle hemşireler, ağrı kontrolü, beslenme, hidrasyon, egzersiz ve enerji yönetimi ile ilgili eğitim programları sunmalıdır. Hasta eğitimi, danışmanlık ve öz yönetim programlarının rutin bakım süreçlerine entegre edilmesi, yorgunluğun etkili yönetimini desteklemektedir (Karakuş ve ark. 2022, Yıldırım ve Ünver 2023).

9.1. Yorgunluğa Yönelik NIC Girişimleri

- Yorgunluğun şiddetini sıfır ile 10 arasında bir ölçekte değerlendirin. (Ortalama yorgunluk, en kötü ve en iyi seviyeler); yorgunluk sıklığını hastalık gün sayısını ve gün saatini artan yorgunlukla ilişkin aktivite ve semptomları rahatlatan aktiviteleri GYA ‘leri ve yardımcı ekipman ile GYA ‘leri gerçekleştirme yeteneğini, sosyal ve rol ilişkiye müdahaleleri değerlendirin. Ruh Hali Profili Kısa Formu Yorgunluk Alt Ölçeği, Çok Boyutlu Yorgunluk Değerlendirmesi, Lee Yorgunluk Ölçeği, Yorgunluk Semptom Envanteri, Çok Boyutlu Yorgunluk Envanteri, HIV ile İlgili Yorgunluk Ölçeği, Yorgunluk Envanteri, Kısa Form Canlılık Alt Ölçeği, Yorgunluk Etki Ölçeği, Yorgunluk Değerlendirme Aracı veya Nottingham, Kronik Hastalık Tedavisi Yorgunluk Ölçeği, Yorgunluk Şiddet Ölçeği gibi araçları kullanmayı düşünün.

- Beslenme ve uyku hijyeninin yeterliliğini değerlendirin (kilo kaybı, anoreksiya, gün boyu uyuma, uykuya dalamama veya uykuda kalamama). Hastayı yeterli dinlenmeye teşvik edin, hafif kısa uyku kestirmelerini sınırlayın (özellikle öğleden sonra veya akşamları), rutin bir uyku/uyanma programı kullanın, tolere edilebileceği günlük aktiviteleri öncelik sırasına göre planlayın, gündüz saatlerinde güneş ışığına maruz kalınmasını sağlayın, yatmadan önce meditasyon, müzik veya rehberli imgeleme gibi gevşeme teknikleri öğleden sonra veya akşam geç saatlerde kafeinden kaçının ve taze meyve, sebze ve yağsız et içeren dengeli bir diyet uygulayın. Bilinçli farkındalık girişimleri aynı zamanda uyku kalitesinde iyileşmeyi sağlar.
- Sıvı durumunun değerlendirin ve dehidrasyonu tanımlayın. Günde en az sekiz bardak su içmeye teşvik edin. Dehidrasyona neden olabilecek kafeinden kaçının.
- Beslenme eksikliği, ağrı, elektrolit dengesizliği (örn., değişen potasyum seviyeleri, D vitamini eksikliği), dehidrasyon, tiroid bozuklukları, anemi, artrit, depresyon, anksiyete, uyku bozuklukları (uykusuzluk/uyku yoksunluğu), akut veya kronik enfeksiyon, ilaç kullanımı veya yan etkileri, aşırı alkol kullanımı, metabolik bozukluklar (diyabet) veya önceden var olan bir komorbidite veya hastalık (multipl skleroz, kanser veya kanser tedavisi, solunum hastalığı, fibromiyalji, kalp hastalığı, böbrek hastalığı, parkinson hastalığı) gibi tedavi edilebilecek fizyolojik ve/veya psikolojik yorgunluk nedenlerini belirlemek için birincil bakım verici ile işbirliği yapın.
- Bireyin kronik yorgunluk sendromu olup olmadığını belirlemek icin birincil bakım verici veya uzman hekim ile birlikte çalışın. Kronik yorgunluk sendromu, tanı koyulmuş bir fiziksel veya psikolojik durumla ilişkili olmayan ancak kas ağrısı, hafiza sorunları, baş ağrıları, uyku sorunları, eklem ağrısı ve diyare öyküsü olan 6 ay veya daha uzun süren açıklanamayan yorgunluktur.Bireyleri, yorgunluğun potansiyel nedenleri ve yorgunluk durumundaki davranışları ve yorgunluğa neden olan durumları ile ilgili duygularını ifade etmeye teşvik edin. Bu tür girişimler, küçük, kolaylıkla ulaşılabilen kısa vadeli hedefleri belirlemeyi, enerji yönetimi ve tasarrufu tekniklerini geliştirmeyi içerebilir; ümidin kaynaklarını belirlemeye yardımcı olması için aktif dinleme tekniklerini kullanın. Ayrıca, önemli şeyler yapmak için en fazla enerjiye sahip oldukları günün saatini belirlemelerine yardımcı olun. Bireylerin yorgunluk belirtilerini iyileştirebilecek yeni davranışlar benimseme veya davranışları değiştirme konusundaki motivasyon ve isteklilik düzeylerini değerlendirin (Makic ve Martinez Kratz 2024).

- Bireyi, yorgunluk semptomlarına, günler/haftalar/aylar boyunca semptom modellerine katkı veren, normal günlük yaşamını etkileyen aktiviteleri (veya mevcut birçok uygulamadan birini kullanarak kaydetmesi) ve rollerinin nasıl etkilendiğini içeren bir aktivite günlüğü tutması için teşvik edin. Bireyin yorgunluğunu azaltan faaliyetleri belirlemesini sağlayın.
- Bireyin destek kaynaklarını belirlemesine, hangi görevlerin tamamlanması gerektiğini ve hangilerinin kime devredilebileceğini belirlemek için temel ve temel olmayan görevlere öncelik vermesine yardımcı olun. Gerekirse sosyal ve rol taleplerini sınırlandırması, değiştirmesi veya kaldırması için danışana izin verin (örneğin, yarı zamanlı çalışmaya geçin, basit yemekler hazırlayın, kısa süreli grup aktivitelerinden vazgeçin ve temizlik için yardım alın).
- Dikkatle izlenen ve reçete edilen aerobik egzersiz programı için fizik tedaviye yönlendirmenin uygunluğu konusunda birincil bakım verici ile iş birliği yapın.
- Bireyi diğer stratejileri desteklemek için gevşeme, meditasyon ve bilinçli farkındalık gibi tamamlayıcı ve alternatif terapileri kullanmaya teşvik edin.
- Bireyi Amerikan Parkinson Hastalığı Derneği, Ulusal Kronik Yorgunluk Sendromu Derneği, Ulusal Parkinson Vakfi, Patient-LikeMe, Ulusal Multipl Skleroz Derneği, Amerikan Kalp Derneği, Amerikan Kanser Derneği, Ulusal Kapsamlı Kanser Ağı, Kronik Miyaljik Ensefalomiyelit ve Kronik Yorgunluk Derneği gibi tanıya uygun destek gruplarına yönlendirin.
- Kalp hastalığı olan bir birey için, yorgunluğun miyokard enfarktüsü, konjestif kalp yetmezliği veya kronik kalp yetmezliğinde yaygın olduğunu fark edin. Dikkatli bir şekilde reçete edilen ve izlenen bir egzersiz ve rehabilitasyon programı için kardiyak rehabilitasyona başvurun.
- Yorgunluk, kanser veya kanserle ilgili bir tedavi ile ilişkiliyse, yorgunluğu artırabilecek diğer semptomları değerlendirin (örn. ağrı, uykusuzluk, anemi, duygusal sıkıntı, elektrolit dengesizliği [mide bulantısı, kusma, ishal] veya depresyon).
- Yorgunluğun üstesinden gelmeyi ve kendi kendini yönetmeyi geliştirmek için bireyi BDT ye yönlendirin.
- Genel aktiviteleri gerçekleştirmek yorgunluğunu belirlemek için primer bakım verici ile iş birliği yapın. Dikkat yorgunluğu, uyku bozuklukları, depresif belirtiler, anksiyete ve psikososyal stresörlerle ilişkilidir ve konsantre olamama hedef planlama, duyguları kontrol edememe veya sosyal etkileşimleri kontrol edememeye yol açabilir.

- Yorgunluk için potansiyel farmakolojik tedaviyi belirlemek için hekim ile iş birliği yapın (Makic ve Martinez Kratz 2024).

10. KONUYA İLİŞKİN ULUSAL VE ULUSLARARASI ÇALIŞMA ÖRNEKLERİ

Lin ve arkadaşlarının (2021) kemoterapi gören akciğer kanseri hastalarında kulak akupresürünün kanserle ilişkili yorgunluk, uyku bozukluğu ve anksiyete üzerindeki etkisini değerlendirdikleri araştırmanın sonuçlarına göre özellikle fiziksel ve duygusal yorgunluk açısından, kemoterapi gören akciğer kanseri hastalarının kronik yorgunluk sendromunu hafifletmede etkili olduğu gözlemlenmiştir. İzgü ve Gök Metin (2023) bu araştırmanın amacı, kanserli bireylerde yorgunluk ve spiritüel iyilik hali arasındaki ilişkiyi incelemektir. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda, araştırmada yorgunluğun cinsiyet, kanser evresi ve komorbid hastalık varlığından etkilendiği, yorgunluk şiddeti azaldıkça spiritüel iyilik halinin arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Zorba Bahçeli ve arkadaşlarının (2023) kemoterapi alan meme kanserli kadınlarda ağrı distresi ile yorgunluk düzeyleri arasındaki ilişkinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre kemoterapi alan meme kanserli kadınlarda orta şiddette yorgunluk ve ağrı distresi yaşadıkları ve ağrı distresi şiddeti ve yorgunluk durumunun birbiri ile ilişkili olduğu belirlendi. Song ve arkadaşlarının (2021) kemoterapi ve/veya radyoterapi gören hastalarda kanserle ilişkili yorgunluk üzerindeki yoganın etkinliğini değerlendirdikleri araştırmanın sonuçlarına göre yoga uygulamalarının kemoterapi ve/veya radyoterapi gören hastalarda kronik yorgunluk sendromunu azaltmada olumlu bir etkisi olmuştur, ancak yogaya uyum oranı düşük olduğu gözlemlenmiştir. Schmidt ve arkadaşlarının (2021) kanser hastalarının yorgunluk hakkındaki bilgi ve algılarını değerlendirmek ve hastaların bakış açısından güncel yorgunluk yönetimi hakkında bilgi sağlamaktır. Çalışmanın sonucuna göre yorgunluk konusunda bilgi, eğitim, tarama, danışmanlık ve tedavi alanlarında eksiklikler olduğunu göstermekte ve hastaların ihtiyaçlarına dayalı olarak yorgunluk yönetiminde hedeflenen iyileştirmeler için başlangıç noktalarını vurgulamaktadır. (Lin ve ark., 2021; İzgü ve Gök Metin, 2023; Zorba Bahçeli, 2023; Song ve ark., 2021; Schmidt ve ark., 2021).

11. SONUÇ

Kanser, küresel ölçekte ciddi bir halk sağlığı sorunu olarak değerlendirilmektedir. Bireylerin fiziksel, psikolojik ve sosyal yaşam alanlarını çok boyutlu biçimde etkileyen kompleks bir hastalık niteliği taşımaktadır. Hastalığın yönetimi yalnızca tıbbi tedavi uygulamalarıyla sınırlı kalmamakta; semptomların etkin kontrolü ve yaşam kalitesinin yükseltilmesi amacıyla kapsamlı ve bütüncül bakım yaklaşımlarını gerektirmektedir. Kanser hastalarında sıklıkla

gözlenen yorgunluk, hastalığın ilerleyişi ve uygulanan tedavilerin yan etkileriyle doğrudan ilişkili olup; bu durum hastaların günlük yaşam aktivitelerini ve genel iyilik halini olumsuz yönde etkilemektedir. Kanser tedavisinin en sık karşılaşılan yan etkilerinden biri olan kanserle ilişkili yorgunluk, hastaların genel sağlık durumunu olumsuz yönde etkilemektedir. Bu semptom, bireyin yaşam konforunu doğrudan azaltmakta ve günlük aktivitelerini sınırlamaktadır. Hemşireler, kanser hastalarında yorgunluğun yönetim sürecinde merkezi bir konumda yer almakta ve multidisipliner ekip içerisinde kritik bir rol üstlenmektedir.

Yorgunluk yönetiminde temel amaç, semptoma yol açan faktörlerin belirlenmesi ve uygun müdahalelerin uygulanmasıdır. Bu bağlamda, kanser hastalarına yönelik hemşirelik bakımı, bütüncül ve hasta merkezli yaklaşımlar doğrultusunda ele alındığında hem fiziksel hem de psikososyal iyilik halini güçlendiren temel bir sağlık hizmeti niteliği taşımaktadır. Ayrıca, hasta eğitimi, danışmanlık ve öz yönetim programlarının rutin bakım süreçlerine entegre edilmesi, yorgunluğun etkili yönetimini destekleyen önemli stratejiler arasında yer almaktadır.

KAYNAKLAR

Al Maqbali, M., Al Sinani, M., Al Naamani, Z., Al Badi, K., & Tanash, M. I. (2021). Prevalence of fatigue in patients with cancer: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Pain and Symptom Management, 61*(1), 167–189.e14.

Bahar, A., Ovayolu, Ö., & Ovayolu, N. (2019). Onkoloji hastalarında sık karşılaşılan semptomlar ve hemşirelik yönetimi. *Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 6*(1), 42–58.

Çetinkaya, M., & Şahin, S. (2020). Kanser ve ergoterapi. *Gazi Sağlık Bilimleri Dergisi, 5*(2), 14–24.

İzgu, N., & Gök Metin, Z. (2020). Kemoterapi ve radyoterapi alan kanserli bireylerde yorgunluk ve spiritüel iyilik hali: Tanımlayıcı-korelasyonel bir çalışma. *Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7*(3), 310–317.

Karakuş, Z., & Özer, Z. (2023). Kanserle ilişkili yorgunluk yönetiminde güncel stratejiler ve hemşirelik girişimleri. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Fakültesi Elektronik Dergisi, 15*(3), 376–386.

Lin, L., Zhang, Y., Qian, H. Y., et al. (2021). Auricular acupressure for cancer-related fatigue during lung cancer chemotherapy: A randomized trial. *BMJ Supportive & Palliative Care, 11*(1), 32–39.

Makic, M. B. F., & Martinez Kratz, M. R. M. (2024). *Ackley ve Ladwig'in hemşirelik tanıları el kitabı* (N. Çalışkan & Z. Göçmen Baykara, Çev. Eds., 13. baskı). Nobel Tıp Kitabevleri.

Mathew, A., Doorenbos, A. Z., & Vincent, C. (2021). Symptom management theory: Analysis, evaluation, and implications for caring for adults with cancer. *Advances in Nursing Science, 44*(3), E93–E112.

National Comprehensive Cancer Network. NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology (NCCN Guidelines): Cancer-related fatigue. Erişim tarihi: 20 Mayıs 2025, https://www.nccn.org/searchresult?

Schmidt, M. E., Bergbold, S., Hermann, S., et al. (2021). Knowledge, perceptions, and management of cancer-related fatigue: Patients' perspectives. *Supportive Care in Cancer, 29*(4), 2063–2071.

Song, J., Wang, T., Wang, Y., Li, R., Niu, S., Zhuo, L., Guo, Q., & Li, X. (2021). The effectiveness of yoga on cancer-related fatigue: A systematic review and meta-analysis. *Oncology Nursing Forum, 48*(2), 207–228.

Stone, P., Candelmi, D. E., Kandola, K., Montero, L., Smetham, D., Suleman, S., Fernando, A., & Rojí, R. (2023). Management of fatigue in patients with advanced cancer. *Current Treatment Options in Oncology, 24*(2), 93–107.

Usta Yeşilbakan, Ö. (2019). Yorgunluk. In G. Can (Ed.), *Onkoloji hemşireliği* (2. baskı, ss. 347–358). Nobel Tıp Kitabevleri.

World Health Organization, International Agency for Research on Cancer. Global Cancer Observatory (GLOBOCAN). Erişim tarihi: 20 Mayıs 2025, https://www.iarc.who.int/
Yıldırım, F., & Ünver, V. (2023). Yorgunluk. In S. Oğuz, V. Ünver, G. Çamcı, & V. Kocatepe (Eds.), *Semptom yönetimi ve hemşirelik* (1. baskı, ss. 496–513). İstanbul Tıp Kitabevleri.
Zorba Bahçeli, P., Arıkan Dönmez, A., Ünver, G., & Kapucu, S. (2023). Kemoterapi alan meme kanserli kadınların ağrı distresi şiddeti ve yorgunluk düzeyleri arasındaki ilişki: Tanımlayıcı kesitsel bir çalışma. *Uludağ Tıp Dergisi, 49*(2), 221–229.

KANSER HASTALARINDA AĞRI VE AĞRIYA YÖNELİK HEMŞİRELİK YAKLAŞIMI

Doç. Dr. Arzu KARABAĞ AYDIN
Kafkas University, Faculty of Health Sciences, Department of Nursing, 36100 Merkez, Kars
ORCID: 0000-0002-0002-4091
Lisansüstü Öğrenci Zehra MERİÇ
Kafkas University, Institute of Health Sciences, Department of Nursing, 36100 Merkez, Kars
ORCID: 0009-0008-4455-5899

ÖZET

Kanser, dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de en ciddi sağlık sorunlarından biridir. Kanser teşhisi konulan bireyler, yalnızca hastalığın kendisiyle değil, aynı zamanda tedavi sürecine bağlı semptomlarla da karşı karşıya kalmaktadırlar. Ağrı, Uluslararası Ağrı Araştırma Derneği (IASP) tarafından vücudun herhangi bir bölgesinden kaynaklanan, doku harabiyetine bağlı olan veya olmayan, kişinin geçmişteki deneyimleri ile ilgili, emosyonel hoş olmayan bir duygu ve davranış şekli olarak tanımlanmaktadır. Kanser hastalarında ağrı, en sık karşılaşılan ve yaşam kalitesini olumsuz etkileyen başlıca semptomlardan biridir. Tedavi sürecinin başarısı ve prognozun doğru biçimde belirlenmesi için, öncelikle ağrının tipi ve nedeni doğru şekilde tanımlanmalıdır. Özellikle kronik ağrı yaşayan bireylerde, düzenli ve bireye özel bir analjezik tedavi planı oluşturulmalıdır; analjezik seçiminde ağrının nedeni dikkate alınmalıdır. Bu derlemenin amacı kanser hastalarında ağrı ve ağrıya yönelik hemşirelik yaklaşımlarını irdelemektir. Google Scholar, PubMed, ResearchGate, Dergipark ve YÖK (Yüksekburetim Kurumu) Tez veri tabanlarında (Kanser, kanser hastası, ağrı, hemşirelik bakımı, cancer, cancer patient, pain, nursing care) anahtar kelimeleri ile literatür taraması yapılmıştır ve kitap bölümlerinden yararlanılmıştır. Destekleyici bilgi için kurumsal web sitelerinden de yararlanılmıştır. Derlemede toplam yirmi bir kaynak kullanılmıştır. Yapılan literatür taraması sonucunda tedavide öncelikli olarak oral analjeziklerin kullanımı önerilmektedir. Ağrının kontrolü, yalnızca farmakolojik yöntemlerle sınırlı kalmayıp non-farmakolajik yöntemlerle de desteklenmelidir. Ağrının yönetiminde, hemşireler kilit bir rol oynamaktadırlar. Ağrı yaşayan hastalarda, hemşirenin doğru bir ağrı değerlendirmesi, uygun bakım planını oluşturması büyük önem taşımaktadır. Hemşireler, multidisipliner tedavi planının oluşturulması ve uygulanmasında aktif rol üstlenmelidirler.

Anahtar Kelimeler: Kanser, kanser hastası, ağrı, hemşirelik bakımı

PAIN AND NURSING APPROACHES TO PAIN IN CANCER PATIENTS

ABSTRACT

Cancer is one of the most serious health problems in our country, as it is worldwide. Individuals diagnosed with cancer face not only the disease itself but also symptoms associated with the treatment process. Pain is defined by the International Association for the Study of Pain (IASP) as an emotionally unpleasant sensation and behavior, originating from any part of the body, with or without tissue damage, and related to a person's past experiences. Pain is one of the most common symptoms in cancer patients and a major factor negatively impacting their quality of life. For successful treatment and accurate prognosis, the type and cause of pain must first be correctly identified. Especially in individuals experiencing chronic pain, a regular and individualized analgesic treatment plan should be established; the cause of the pain should be considered when choosing an analgesic. The aim of this review is to examine pain and nursing approaches to pain management in cancer patients. Literature searches were conducted using the keywords (Cancer, cancer patient, pain, nursing care) in Google Scholar, PubMed, ResearchGate, Dergipark, and the YÖK (Higher Education Council) Thesis databases, and book chapters were also utilized. Corporate websites were also used for supporting information. A total of twenty one sources were used in this compilation. Based on the literature review, the primary treatment recommended is the use of oral analgesics. Pain control should not be limited to pharmacological methods alone, but should also be supported by non-pharmacological methods. Nurses play a key role in pain management. In patients experiencing pain, it is crucial for nurses to conduct an accurate pain assessment and develop an appropriate care plan. Nurses should play an active role in developing and implementing a multidisciplinary treatment plan.

Keywords: Cancer, cancer patient, pain, nursing care

1. GİRİŞ

Kanser, anormal hücre büyümesi ve çoğalmasıyla karakterize edilen karmaşık bir hastalık olarak tanımlanmaktadır. Gelişiminde temel etken, DNA'nın hasarıdır. Bu hasar, kalıtsal olarak aileden aktarılabileceği gibi çevresel faktörlere bağlı olarak da oluşabilmektedir. Örneğin, iyonize radyasyon, virüsler, stres, sağlıksız beslenme alışkanlıkları, sigara ve alkol kullanımı gibi kanserojenlere maruziyet DNA'nın doğru eşlenmesini engelleyebilmektedir (Akdemir ve Can, 2023).

Hücre içinde meydana gelen genetik değişiklikler, hücre bölünmesini teşvik eden genlerin aktivasyonuna, hücre büyümesini baskılayan genlerin inaktivasyonuna veya programlı hücre ölümü (apoptoz) ve DNA onarımı ile ilgili genlerde bozulmalara yol açabilir. Bu süreçler, hücrelerin kontrolsüz bir şekilde çoğalmasına neden olarak kanserin gelişimine zemin hazırlar (Akdemir ve Can, 2023). Kanser, organizmanın herhangi bir bölgesinde ortaya çıkabilen ve geniş bir hastalık spektrumunu kapsayan genel bir terimdir. Terminolojik olarak, malign neoplazmalar ve kötü huylu tümörlerde denir (Baran Deniz, 2022).

Kanser, günümüzde görülme sıklığı giderek artan kronik sağlık sorunlarından biridir. Dünya'da, 2022 yılında yaklaşık 20 milyon yeni kanser tanısı alan hastanın bulunduğunu ve 9,7 milyon kişi kanser nedeniyle hayatını kaybettiğini bildirildi. Ayrıca kanser teşhisi konduktan sonraki 5 yıl içinde hayatta kalan tahmini kişi sayısı 53.5 milyondur. En sık görülen kanser türleri arasında meme kanseri, akciğer kanseri, kolorektal kanser, prostat kanseri ve mide kanseri bulunur. Ülkemizdeki verilere bakıldığında; 2022 yılında yeni kanser tanısı alanların sayısı yaklaşık 240.013 iken toplamda kanser sebebiyle ölen kişi sayısı ise yaklaşık 129.672 dir. Yeni kanser vakalarının sayısının 2050 yılına kadar 35 milyona ulaşması öngörülmektedir, bu da mevcut verilere göre %77'lik bir artışı ifade etmektedir. Bu artışın temel nedenleri arasında yaşlanan nüfus, çevresel faktörler ve yaşam tarzı değişiklikleri yer almaktadır (GLOBOCAN, 2022).

Kanser, dünya genelinde olduğu gibi ülkemizde de en ciddi sağlık sorunlarından biri olarak öne çıkmaktadır. Küresel istatistikler incelendiğinde, kanser insidansının yıllar içinde sürekli arttığı görülmektedir. Güncel olarak dünyada en sık görülen ikinci ölüm nedeni olan kanserin, önümüzdeki 10 yıl içinde hızla artarak birinci sıraya yerleşmesi beklenmektedir (Tuncez ve ark., 2021).

Kanserin prognozu ve tedavi toksisitesi, çok çeşitli lokal ve sistemik sorunlara yol açarak hastaların yaşam kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir. Kanser teşhisi konulan bireyler, yalnızca hastalığın kendisiyle değil, aynı zamanda tedavi sürecine bağlı semptomlarla da karşı karşıya kalmaktadır. Bu semptomların türü ve şiddeti, hastanın yaşı, cinsiyeti, kanserin tipi ve evresi, uygulanan tedavi yöntemi ve mevcut kronik hastalıklarının varlığına göre değişkenlik göstermektedir (Karasu, 2021).

2. YÖNTEM

Bu derlemenin amacı kanser hastalarında ağrı ve ağrıya yönelik hemşirelik yaklaşımlarını irdelemektir. Google Scholar, PubMed, ResearchGate, Dergipark ve YÖK (Yüksekburetim Kurumu) Tez veri tabanlarında (Kanser, kanser hastası, ağrı, hemşirelik bakımı, cancer, cancer patient, pain, nursing care) anahtar kelimeleri ile literatür taraması yapılmıştır ve kitap bölümlerinden yararlanılmıştır. Destekleyici bilgi için kurumsal web sitelerinden de yararlanılmıştır. Derlemede toplam yirmi bir kaynak kullanılmıştır. Kaynaklar; akademik makaleler, kitap bölümleri ve tez çalışmalarından oluşmaktadır. Kaynak seçimi yapılırken kaynakların güncel olmasına dikkat edilmiştir.

3. AĞRI

Ağrı, duyusal, bilişsel, duyuşsal ve sosyokültürel bileşenlerden oluşan subjektif ve çok boyutlu bir fenomen olarak değerlendirilir. Tarih boyunca hem filozoflar hem de araştırmacılar, ağrının doğasını anlamaya çalışmış ve çeşitli açılardan tartışmıştır. Galen ve Aristoteles, ağrıyı "duygusal bir deneyim" veya "ruhun bir tutkusu" olarak tanımlarken, İbn-i Sina ise "bedene zarar veren bir durumu hissetmek" şeklinde yorumlamaktadır (Tuğ, 2024). Ağrı, Uluslararası Ağrı Araştırma Derneği (IASP) tarafından vücudun herhangi bir bölgesinden kaynaklanan, doku harabiyetine bağlı olan veya olmayan, kişinin geçmişteki deneyimleri ile ilgili, emosyonel hoş olmayan bir duygu ve davranış şekli olarak tanımlanmıştır (https://www.iasp-pain.org/resources/terminology/. Erişim tarihi: 20.05.2025). Klinik bağlamda en kullanışlı tanımlardan biri ise ağrının tamamen bireyin öznel deneyimine dayandığını vurgulayan şu ifade ile yapılmıştır: "Ağrı, hastanın dile getirdiği şeydir; eğer bunu ifade ediyorsa, mevcuttur". Bu anlayış, ağrının yalnızca fizyolojik bir durum olmadığı, bireyin içsel algıları ve yaşantıları doğrultusunda değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır (Genç ve ark., 2018).

Ağrı, farklı biçimlerde ortaya çıkabilen, bireyin öznel deneyimlerine dayanan heterojen bir olgudur. Ağrı, akut veya kronik olarak sınıflandırılabilir. Akut ağrı, çoğunlukla doku hasarıyla bağlantılı olup iyileşme süreciyle birlikte azalma eğilimi gösterirken; kronik ağrı ise üç aydan uzun süre devam eden veya tekrarlayan bir nitelik taşıyan bir durum olarak kabul edilmektedir. (Genç ve ark., 2018).

Ağrı, herkesin deneyimleyebileceği yaygın bir olgu olmasına rağmen, tanımlanması ve algılanması oldukça karmaşık bir süreçtir. Ağrının hissedilmesi, miyelinli A delta lifleri ve miyelinsiz C lifleri içeren birincil afferent sinir liflerindeki nosiseptör adı verilen ağrı reseptörlerinin uyarılmasıyla gerçekleşir. Beynin ağrıyı algılaması ve olası bir tehdide karşı tepki oluşturabilmesi için çeşitli duyusal süreçlerin gerçekleşmesi gerekmektedir. Ağrı algısı genel olarak üç aşamadan oluşur. İlk aşama, ağrıya duyarlılık sürecidir. İkinci aşama, duyusal sinyallerin çevreden alınıp periferik sinir sistemi aracılığıyla omuriliğin dorsal boynuzuna iletilmesiyle gerçekleşir. Son aşamada ise bu sinyaller merkezi sinir sistemi tarafından işlenerek talamus ve kortekse iletilir, böylece ağrının bilinçli olarak algılanmasıyla sağlanır (Buğdaycı, 2023).

4. KANSER AĞRISI

Kanser hastalarında ağrı, en sık karşılaşılan ve yaşam kalitesini ciddi ölçüde olumsuz etkileyen başlıca semptomlardan biridir ve teşhis sürecinde sıklıkla gözlemlenmektedir. Ağrının prevalansı yalnızca hastalığın tanı aşamasıyla sınırlı kalmayıp, tedavi süreci boyunca ve sonrasında da önemli ölçüde artış gösterebilmektedir (Mestdagh ve Steyaert, 2023). İleri evre kanser hastalarının %70'inden fazlasında, terminal dönemdeki hastaların ise yaklaşık %90'ında ağrı görülmekte olup, yeterince kontrol altına alınamayan şiddetli ağrı, acil sağlık hizmetlerine olan ihtiyacı artırmakta ve daha agresif tedavi yaklaşımlarını zorunlu kılmaktadır. Ağrı yönetiminin etkin bir şekilde sağlanamamasının temel nedenleri arasında; sağlık profesyonellerinin konuya ilişkin bilgi eksiklikleri, opioid bağımlılığına yönelik endişeler, hastaların ağrılarını yeterince ifade edememesi ve semptom yönetimine gereken önemin verilmemesi gibi etmenler yer almaktadır. Bu unsurlar, kanser hastalarında etkili ağrı tedavisinin uygulanmasının önündeki başlıca engeller olarak değerlendirilmektedir (Bahar ve ark., 2019).

5. AĞRININ ETİYOLOJİSİ

Kanserle ilişkili ağrı sendromları akut ve kronik olmak üzere iki temel gruba ayrılır. Bu ağrı türleri yalnızca süre bakımından değil, aynı zamanda fizyopatolojik mekanizmaları, klinik özellikleri ve tedavi yaklaşımları açısından da farklılık gösterir. Akut ağrı, doku hasarına bağlı olarak gelişen, kısa süreli ve ani başlangıçlı bir durumdur. Nedeni genellikle bellidir; hasarlı bölge iyileştikçe ağrı azalır. Kalp atım hızında artış, kan basıncında yükselme, pupil dilatasyonu, solukluk ve kas gerginliği gibi otonomik yanıtlar sık görülmektedir (Yıldırım, 2019).

Nonmalign kronik ağrı, genellikle santral sinir sistemi düzeyinde oluşan değişikliklerle ilişkilidir. Altı aydan uzun süren bu ağrı sürekli veya aralıklı olabilir. Zamanla gelişen fizyolojik ve davranışsal uyum nedeniyle otonomik yanıtlar ve objektif bulgular azalır ya da kaybolur. Malign kaynaklı kronik ağrı, tümörün sinir, kemik, organ ya da diğer yapılara yayılması veya bası yapması sonucu ortaya çıkar. Kanser tedavileri de sağlıklı dokularda hasara yol açarak ağrıya neden olabilir. Örneğin, kemoterapi nörotoksisiteye, radyoterapi ise fibrozise neden olarak kalıcı ağrılara yol açabilir (Yıldırım, 2019).

Literatürde, kanser ağrıları etiyolojilerine göre üç ana grupta incelenir bunlar:

1. Tümöre Bağlı Ağrılar: Tümörün sinirler, organlar, damarlar veya bağ dokusuna yayılması ya da bası yapması sonucu oluşur. Tümör nekrozu da bu gruba girmektedir.
2. Tedaviye Bağlı Ağrılar: Cerrahi, radyoterapi, kemoterapi ve diğer tedavi yöntemleri ağrıya yol açabilir. Örneğin, kemoterapi periferik nöropatiye, radyoterapi ise geç dönem doku hasarlarına neden olabilir.
3. Kanserle Doğrudan İlişkili Olmayan Ağrılar: Baş ağrısı ve kas-iskelet sistemi ağrıları gibi, doğrudan kanser ya da tedavisine bağlı olmayan ağrılar da görülebilir (Yıldırım, 2019).

Tablo 1. Kanser ağrı sendromları

Tümöre bağlı ağrı (tümör invazyonu veya kompresyonu) • Visseral tümörler, obstrüksiyon ve/veya aside bağlı abdominal ağrı • Kemiğin invazyonuna bağlı kemik ağrısı • Tümörün sinir dokusunu infiltrasyonu nedeniyle baş ağrısı • Primer veya metastaik tümörlere ikincil gelişen nöropatiler
Kanser veya kanser tedavisi dışındaki nedenlere bağlı ağrı • Baş ağrıları • Kas iskelet sistemi ağrıları (ör: artrit ağrısı, vb.)
Kanser tedavisine bağlı ağrı • Cerrahi tedavi ve girişimler • Akut postoperatif ağrı • Kateter takılması • Postmastektomi ve postaksiller diseksiyonu ağrısı • Radikal boyun diseksiyonu sonrası ağrı • Post-torakotomi ağrısı • Postoperatif donuk ağrısı • Fantom ağrı sendromları • Postvisseral ağrı (ör tenesmus, vb.) • Radyoterapi • Pleksopatiler (ör: brakiyal veya lumbosakral) • Kronik radyasyon myelopatisi • Kronik radyasyon enteriti ve proktiti • Osteoradyonekrozu

Yıldırım, 2019

Tablo 1. Kanser ağrı sendromları (devamı…)

• Dermatit ve kas atrofisi • Mukozit • Kemoterapi • Femur ve humerus başının avasküler nekrozu • İntratekal kemoterapiye sekonder baş ağrısı • Mukozit • Kronik ağrılı periferal nöropati • Hormonal tedavi • Jinekomasti • Kemik ağrısının artması (genellikle meme ve prostat kanserinde) • Biyoterapi • Büyüme hormonu tedavisinden sonra oluşan kemik ağrısı

Yıldırım, 2019

6. AĞRI TİPLERİ

Kanserle ilişkili ağrı nosiseptif veya nöropatik mekanizmalarla ortaya çıkabilir ve bazı durumlarda şiddetli kanser ağrı sendromu şeklinde kendini gösterebilir. Bunun yanı sıra, organik bir patoloji ile açıklanamayan idiyopatik ağrı da görülebilir. Hastaların psikolojik durumları ve davranışsal sorunları, psikiyatrik destek ile ele alınarak iyileştirilebilir ve tedavi sürecine olumlu katkı sağlayabilir (Buğdaycı, 2023).

6.1. Nosiseptif Ağrı

Nosiseptif ağrı, somatik veya visseral nosiseptörlerin uyarılmasıyla ortaya çıkar. Somatik ağrı, somatik sinirlerden kaynaklanır; ani başlangıçlı, keskin, iyi lokalize edilebilen, sızlayıcı ve zonklayıcı özellikler taşıyabilir. Hastalar bunu sıklıkla bıçak saplanır gibi veya delici bir his olarak tarifler. Tanısı genellikle kolaydır ve sinir hücrelerinin yayıldığı alanlarda ya da periferik sinirler boyunca hissedilebilir. Bu ağrı türü, kemik ve yumuşak dokuların tümör tarafından infiltre edilmesi veya osteonekroz gibi tümör tedavisi kaynaklı etkiler nedeniyle ortaya çıkabilir. Visseral ağrı, iç organlarda tümörün baskı yapması veya tıkanıklığa neden olması sonucu gelişir. Visseral nosiseptörlerin aktivasyonu, tümörün organlara mekanik etkisiyle meydana gelir. Bunun yanı sıra, intraperitoneal kemoterapi ve abdominal radyoterapi gibi tedavi yöntemlerinin ardından da visseral ağrı görülebilmektedir (Buğdaycı, 2023).

6.2. Nöropatik AğrıNöropatik ağrı, periferik veya merkezi sinir yollarının tümör tarafından infiltrasyonu ya da baskılanması sonucu gelişebilir. Ayrıca, cerrahi müdahaleler, kemoterapi ve radyoterapi sonrası ortaya çıkan posttorakotomi ağrısı, fantom ağrısı, periferik nöropati ve fibrozis gibi durumlar da bu kategoriye girer. Bu ağrı tipi sürekli ya da aralıklı olabilir ve hastalar tarafından genellikle yanıcı, iğne batması hissi veren ya da elektrik çarpması şeklinde tanımlanır (Buğdaycı, 2023).

Ağrının lokalizasyonu, genellikle hasar gören sinir dokusunun inervasyon alanı ile örtüşür. Nöropatik ağrıya eşlik eden duyusal, motor ve otonom fonksiyon bozuklukları, tanı ve sınıflandırmada önemli ipuçları sunar. Buna karşılık, somatik ve visseral ağrı, sinir dokusunun doğrudan hasarından değil, periferik nosiseptörlerin uyarılmasından kaynaklanır. Bu temel fark, ağrı yönetiminde yaklaşımın belirlenmesi açısından kritiktir (Buğdaycı, 2023).

7. AĞRI TEORİLERİ

7.1. Kapı Kontrol Teorisi

Kapı kontrol teorisi, ağrının algılanmasıyla ilgili önemli bir yaklaşımdır. Ronald Melzack ve Patrick Wall tarafından 1965 yılında öne sürülen bu teori, merkezi sinir sisteminin ağrı sürecindeki rolünü açıklamaktadır. Teoriye göre, omurilikte bulunan kapı kontrol mekanizması, ağrının bilinç düzeyine ulaşmasını düzenler. Eğer bu kapı açıksa, ağrı uyarıları beyne iletilerek hissedilir. Ancak kapı kapalıysa, ağrı uyarıları beyne ulaşmaz ve ağrı hissedilmez. Bu mekanizma, ağrı yönetimi açısından büyük önem taşır. Çünkü çeşitli faktörler örneğin psikolojik durum, dikkat dağıtıcı unsurlar ve çevresel etmenler kapının açık veya kapalı olmasını etkileyebilir. Bu yüzden ağrı algısı bireyler arasında değişkenlik gösterebilmektedir (Polat Dünya ve Enç, 2023).

Kontrol Teorisi hemşirelik uygulamalarında önemli bir yere sahiptir. Ağrının yönetiminde kullanılan bu yaklaşım, hastaların ağrı algısını değiştirmek ve rahatlamalarını sağlamak için çeşitli teknikler içerir. Hemşirelikte bu teorinin kullanımıyla ilgili önemli noktalar:

- **Ağrılı uyaranın iletilmesi:** Küçük çaplı sinir lifleri, kapının açılmasını destekleyerek ağrı duyusunun iletilmesini sağlar. Buna karşılık, büyük çaplı lifler kapının kapanmasını sağlayarak ağrı iletimini engeller.
- **Masaj ve duyusal uyarılar:** Masaj, sıcak-soğuk uygulamaları, dokunma ve transkütanöz elektriksel uyarı (TENS) gibi yöntemler büyük çaplı lifleri aktive eder. Bu da kapının kapanmasına neden olarak ağrının hissedilmesini azaltabilir.
- **Duyusal uyaranlar:** Yüksek düzeyde duyusal uyaranlar (örneğin müzik dinlemek, hayal kurmak, dikkat dağıtıcı aktiviteler) beyin sapında ağrının geçişini baskılayarak kapıyı kapatabilir. Duyusal girdinin azalması ise ağrı uyarılarının bilinç düzeyine ulaşmasını kolaylaştırabilir.
- **Psikolojik durumun etkisi:** Anksiyete ve depresyon, ağrıyı artıran faktörler arasında yer alır. Bireyin duygu ve düşünceleri, ağrı uyaranlarını etkileyerek bilinç düzeyine ulaşmasını sağlayabilir. Pozitif düşünme, rahatlatıcı aktiviteler ve psikolojik destek, ağrı yönetiminde etkili olabilir (Polat Dünya ve Enç, 2023).

7.2. Endorfin Teorisi

Endorfinler, insan vücudu tarafından doğal olarak üretilen ve kimyasal yapıları itibarıyla endojen morfin olarak adlandırılan nöropeptitlerdir. Bu maddeler, ağrı reseptörlerine bağlanarak ağrı iletimini bloke eder ve böylece ağrı algısını azaltır. Endorfinlerin etki mekanizmaları tam olarak aydınlatılmamış olsa da mevcut veriler; rahatsız edici uyarıları baskıladığını, anksiyeteyi azalttığını ve ağrıyı hafiflettiğini göstermektedir. Bunun yanı sıra, endorfinler öfori ve iyi olma hali gibi pozitif duygusal durumların oluşmasına katkıda bulunur. Egzersiz sonrasında vücutta artan endorfin salınımı ile hissedilen mutluluk ve rahatlama, bu etkilerin günlük yaşamdaki belirgin örneklerinden biridir (Polat Dünya ve Enç, 2023).

8. AĞRI DEĞERLENDİRME ARAÇLARI

Ağrı, öznel bir deneyim olduğu için objektif olarak ölçülmesi mümkün değildir. Ancak, ağrı ölçüm araçları, ağrı deneyiminin farklı boyutlarını değerlendirmek için objektif yöntemler sunar. Ağrıyı değerlendiren ölçekler, tek boyutlu ve çok boyutlu olmak üzere iki gruba ayrılabilir. Bu ölçeklerin çoğu, ağrı şiddetini doğru şekilde tanımlamada güvenilir sonuçlar verir. Ağrının değerlendirilmesinde kullanılacak ölçeği seçerken, ağrı tipi, hekim ve hemşirenin özellikleri ve bakım ortamı gibi birçok faktörün etkili olduğu bilinmektedir. Ayrıca, ölçeğin anlaşılır ve hasta tarafından etkin bir şekilde kullanılabilir olması önemlidir. Her tanılamada aynı ölçeğin kullanılması, sonuçların tutarlılığı açısından kritik bir faktördür. Hemşirelerin, ağrı değerlendirme araçlarını doğru bir şekilde kullanması ve ağrısı olan bireyi sürekli olarak değerlendirmesi gerekmektedir. Ayrıca, hemşirelerin, bu araçların nasıl kullanılacağını bilmeleri ve değerlendirme sürecini eksiksiz bir şekilde yürütmeleri önemlidir (Yıldırım, 2019; Polat Dünya ve Enç, 2023).

Tablo 2. Ağrı değerlendirmesinde kullanılan tek boyutuyla çok boyutlu ölçekler

Tek boyutlu ölçekler	Çok boyutlu ölçekler
• Sözel değerlendirme ölçekleri • Sayısal değerlendirme ölçekleri • Görsel kıyaslama ölçeği • Burford ağrı termometresi • Analog renkli devamlı ölçek • Yüz ifadesi ölçeği • Basit kelime ölçeği • Kart tasnif yöntemi	• Mc Gill Melzack ağrı soru formu • Dartmounth ağrı soru formu • West Haven-Yale çok boyutlu ağrı çizelgesi • Hatırlatıcı ağrı değerlendirme kartı • Wisconsin kısa ağrı çizelgesi • Ağrı algılama profili • Davranış modelleri • Karşıt yöntem karşılaştırılması

Polat Dünya ve Enç, 2023

9. AĞRI DEĞERLENDİRME SIKLIĞI

Ağrı, standart ölçüm ölçekleri kullanılarak düzenli aralıklarla değerlendirilmelidir. Kullanılacak ölçek, hastanın tercihleri, bilişsel düzeyi ve iletişim becerileri göz önünde bulundurularak seçilmelidir. Ağrının şiddetini ve uygulanan girişimlerin etkinliğini değerlendirmek amacıyla sürekli izlem büyük önem taşır. Ağrının niteliğinde bir değişiklik olması ya da hasta yeni bir ağrı bölgesi bildirdiğinde, ayrıntılı bir yeniden değerlendirme yapılması gereklidir. Tüm değerlendirme sonuçları eksiksiz biçimde kayıt altına alınmalıdır. Sağlık Bakım Organizasyonu Akreditasyon Komitesi, ağrı değerlendirmesinin, hastanın sağlık kuruluşuna başvurusundan itibaren ilk 24 saat içinde yapılmasını önermektedir. Ancak, hasta akut ağrı krizi ile başvurmuşsa, ağrı değerlendirmesinin en kısa sürede gerçekleştirilmesi önerilmektedir (Yıldırım, 2019).

10. AĞRININ FARMAKOLOJİK YÖNTEMİ

Ağrının etkin yönetimi, multidisipliner bir yaklaşım gerektirir. Bu ekip içerisinde hemşireler, hastayla doğrudan ve sürekli etkileşim hâlinde oldukları için kritik bir rol üstlenir. Hemşireler, hastanın ağrı ile baş etme stratejilerini değerlendirme, rehberlik etme, analjezik tedaviyi uygulama, etkinliğini ve yan etkilerini izleme gibi süreçlerde aktif görev alır. Ayrıca, hasta ve ailesinin ağrı yönetimi konusunda eğitilmesi ve hasta haklarının savunulması da hemşirelerin önemli sorumlulukları arasındadır. Tedavi sürecinin başarısı ve prognozun doğru biçimde belirlenmesi için, öncelikle ağrının tipi ve nedeni doğru şekilde tanımlanmalıdır. Özellikle kronik ağrı yaşayan bireylerde, düzenli ve bireye özel bir analjezik tedavi planı oluşturulmalı; analjezik seçiminde ağrının nedeni ve karakteri dikkate alınmalıdır. Tedavide öncelikli olarak oral analjeziklerin kullanımı önerilmektedir (Bahar ve ark., 2019; Polat Dünya ve Enç, 2023). Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ), kanser ağrısının yönetiminde ilaç seçiminde yol gösterici olan, basamak tedavisi esasına dayanan bir rehber önermektedir. Bu yaklaşım, günümüzde kanser ağrısının tedavisinde en yaygın kullanılan yöntemlerden biridir. Her ne kadar DSÖ'nün analjezik merdivenine ilişkin güçlü kontrollü çalışma bulguları sınırlı olsa da bu yöntemin ağrılı ileri evre kanser hastalarında %70–90 oranında başarı sağladığı bildirilmiş ve bu nedenle uygulamanın teşvik edilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Üç basamaktan oluşan bu yaklaşımda:

- Birinci basamakta, hafif düzeydeki ağrılar için parasetamol ve nonsteroid antiinflamatuar ilaçlar (NSAİİ) önerilmektedir. Bu ilaçlar tek başına ya da başka analjeziklerle kombinasyon hâlinde kullanılabilir.

- İkinci basamak, ağrının kontrol edilememesi durumunda devreye girer. Bu aşamada, birinci basamaktaki tedaviye ek olarak kodein gibi zayıf-orta etkili opioidler kullanılır (Bahar ve ark., 2019).
- Üçüncü basamak, ağrının şiddetli ve inatçı olduğu durumlarda uygulanır. Bu aşamada, zayıf etkili opioid yerine morfin gibi güçlü bir opioid tercih edilir, etkili analjezi sağlanana kadar titre edilerek ayarlanır (Bahar ve ark., 2019).

Bazı hastalarda, ağrının etkili şekilde kontrol altına alınabilmesi için opioid, adjuvan ve nonsteroid antiinflamatuar ilaç (NSAİİ) kombinasyonuna ihtiyaç duyulabilir. Bu nedenle, hemşirelerin farklı farmakolojik tedavi seçeneklerini iyi tanıması, doğru uygulamaları sürdürebilmesi açısından büyük önem taşır. Ağrının hafifletilmesinde en yaygın kullanılan ajanlar analjeziklerdir ve bu ilaçlar ağrı yönetiminin temelini oluşturur. Analjezikler; opiodler, nonopoidler ve adjuvan ilaçlar olarak sınıflandırılır (Polat Dünya ve Enç, 2023). Bunlar:

- Opioidler (Narkotikler), beyin, omurilik ve vücudun diğer bölgelerindeki opioid reseptörlerine bağlanarak ağrı algısını azaltır ve sinir iletimini baskılar. Bu ilaçlar, şiddetli ağrıları kontrol altına almak ve genellikle kanser ağrısı veya kronik ağrı sendromlarında tercih edilir.
- Nonopioidler (Narkotik Olmayan Analjezikler) arasında non-steroid anti-inflamatuar ilaçlar (NSAİİ'ler) ve asetaminofen (örneğin Tylenol) bulunur. NSAİİ'ler, inflamasyonu azaltarak ve ağrı sinyallerinin iletimini etkileyerek analjezik etkisini gösterir. Asetaminofen, anti-inflamatuar etkisi olmadan ağrı ve ateşi azaltmak için kullanılır
- Adjuvanlar, opioid ve nonopioid gruplardan farklıdır; doğrudan analjezik özellikleri olmasa da ağrı kontrolünü güçlendirmek için tek başına veya diğer ağrı kesicilerle birlikte kullanılabilir. Sinir kaynaklı ağrılar, kas spazmları, kanser ağrısı ve nöropatik ağrı gibi durumlarda etkili olabilmektedir (Polat Dünya ve Enç, 2023).

11. AĞRININ NON-FARMAKOLOJİK YÖNTEMİ

Farmakolojik olmayan yaklaşımların ağrı yönetimine entegre edilmesi, tedavi etkinliğini artırarak, günlük yaşam aktivitelerini iyileştirerek, hastanede kalış süresini kısaltarak, iş gücü kaybını azaltarak ve tedavi maliyetlerini düşürerek hastalara fayda sağlayabilir. Ağrının kontrolü, yalnızca farmakolojik yöntemlerle sınırlı kalmamakta, aynı zamanda tamamlayıcı ve alternatif tedavi yöntemleri ile desteklenmektedir (Bahar ve ark. 2019; Gülşen ve ark., 2025).

Bu yaklaşımlar arasında refleksoloji, masaj, terapötik dokunma ve müzik terapisi gibi teknikler yer almaktadır. Özellikle refleksoloji üzerine yapılan çalışmalar, kanser ağrılarının

hafifletilmesi, kemoterapinin yan etkilerinin azaltılması ve yaşam kalitesinin iyileştirilmesi açısından etkili bir destekleyici yöntem olduğunu göstermektedir Literatürde, refleksoloji uygulamalarının kanser hastalarında ağrı seviyelerini düşürdüğü ve opioid ihtiyacını azalttığı yönünde bulgular bulunmaktadır. Reiki, dokunma terapisinin gevşemeyi artırarak ağrı deneyimini değiştirebilme potansiyeline sahip olduğu bilinmektedir (Bahar ve ark., 2019; Gülşen ve ark., 2025).

Tablo 3. Ağrıyı azaltmada fiziksel ve kognitif-davranışsal teknikler

Fiziksel girişimler	Kognitif-Davranışsal girişimler
• Deri stimülasyonu • Yüzeysel sıcak uygulama • Yüzeysel soğuk uygulama • Pozisyon verme • Vibrasyon • Mental uygulama • Masaj • Akupunktur • Transkutan elektriksel sinir uyarısı (TENS)	• Gevşeme • Hayal kurma • Dikkati başka yöne çekme • Müzik • Mizah • Biyofeedback • Hipnoz • Hasta eğitimi • Psikoterapi

Yıldırım 2019

12. AĞRININ HEMŞİRELİK BAKIMI

Ağrının etkin yönetiminde, hastayı yakından takip eden hemşireler kilit bir rol oynar. Ağrı deneyimi yaşayan hastalarda, hemşirenin doğru bir ağrı değerlendirmesi yaparak uygun bakım planını oluşturması büyük önem taşır. Hemşire, hastanın ağrısının varlığını ve şiddetini belirlemeli, bireyin ihtiyaçlarına göre uygun müdahaleleri planlamalı ve uygulamalıdır. Ağrısı olan hastaların vücut sıcaklığı, solunum hızı, kalp ritmi ve kan basıncı düzenli olarak değerlendirilmelidir. Bu parametreler, ağrının etkilerini anlamak ve uygun tedavi stratejilerini belirlemek açısından kritik verilerdir. Ağrının tanılanmasında, ağrının yeri, şiddeti, niteliği, başlangıç zamanı, ağrıyı artıran veya azaltan faktörler ve hastanın ağrı üzerindeki deneyimi kapsamlı bir şekilde değerlendirilmelidir (Sılay ve ark., 2018).

Ağrı değerlendirmesinde, ağrı ölçekleri kullanılarak hastanın durumu objektif şekilde analiz edilmelidir. İletişim kuramayan hastaların ağrıları, yüz ifadeleri, huzursuzluk belirtileri, pupil genişlemesi gibi fiziksel göstergeler aracılığıyla değerlendirilmeli ve uygun yöntemlerle tanılanmalıdır. Hastanın bakım planlaması, bütüncül bir yaklaşımla ele alınmalı ve bireyin kendini ifade etmesine fırsat tanınmalıdır. Hastanın korkuları belirlenmeli ve bunları hafifletmek için dikkati başka yöne çekme gibi stratejik müdahaleler uygulanmalıdır. Ayrıca, hastanın önceki ağrı deneyimi ve kendi geliştirdiği baş etme yöntemleri analiz edilerek, kişiye özel bir ağrı yönetimi planı oluşturulmalıdır (Polat Dünya ve Enç, 2023). Ağrı yönetiminde,

farmakolojik tedavilerin yanı sıra non-farmakolojik uygulamalar da etkili bir şekilde kullanılmalıdır. Hastalara hafif düzeyde egzersiz yapmaları ve alternatif yöntemlerden yararlanmaları önerilmelidir. Ayrıca, hasta ve yakınlarına dikkati başka yöne çekme teknikleri (örneğin kitap okuma, müzik dinleme, hayal kurma gibi) ile gevşeme yöntemleri öğretilmelidir (Bahar ve ark., 2019; Polat Dünya ve Enç, 2023). Hemşireler, multidisipliner tedavi planının oluşturulmasında ve uygulanmasında aktif rol üstlenmelidir. Sunulan bakım hizmetlerini koordine etmek, analjeziklerin yan etkilerine karşı hastaları izlemek, hasta ve ailesini ağrı yönetimi konusunda bilgilendirmek ve eğitmek, farmakolojik ve non-farmakolojik uygulamaları kanıta dayalı yaklaşımla desteklemek ve bu uygulamalara ilişkin standartları oluşturmak. Ağrı yönetiminin de ayrıca, hastanın yeterli ve kaliteli uyku alması sağlanmalı, çevredeki gürültü ve rahatsız edici uyaranlar en aza indirilmelidir. Gerekli durumlarda, hasta ve ailesi destek gruplarına yönlendirilerek psikososyal destek de sağlanmalıdır (Bahar ve ark., 2019; Polat Dünya ve Enç, 2023).

12.1. Ağrıya Yönelik NIC Girişimleri

- İlk değerlendirme ve görüşme sırasında, eğer hastanın ağrısı varsa uygun ağrı değerlendirme araçlarını kullanarak kapsamlı ağrı değerlendirmesi yapın ve kayıt edin.
- Ağrının niteliğini ve olağan doku iyileşme süresinden daha fazla devam edip etmediğini belirleyin.
- Hastanın öz-bildirimlere dayalı güvenilir ağrı aracı kullanarak bir ağrı değerlendirmesi yapın.
- Hastadan, ağrı ile ilgili önceki deneyimlerini, ağrı yönetim girişimlerinin etkinliğini, analjezik ilaçlara verilen yanıtları (oluşan yan etkileri içererek), ağrı ve tedavisiyle ilgili endişeleri (örn. Bağımlılık korkusu, endişe, anksiyete) ve bilgi ihtiyaçlarını tanımlamasını isteyin.
- Hastanın öz-bildirimine dayalı bir araç kullanarak, hastanın gerekli ve istenen aktiviteleri rahat bir şekilde gerçekleştirilmesine izin verecek bir konfor-fonksiyon hedefi tanımlamasını isteyin.
- Ağrının aktivite, uyku, yeme alışkanlıkları ve ilişkiler, mali durum ve istihdam gibi sosyal koşullar üzerindeki etkisi de dahil olmak üzere ağrıyı düzenleme olarak değerlendirin.
- Hastayı anksiyete ve depresyon dahil olmak üzere psikiyatrik sorunlarının varlığı açısıdan değerlendirin.
- Opioid tedavisi düşünülüyorsa, ağrı odaklı kapsamlı bir hasta görüşmesi de muayenesi, ruhsal sağlığı taraması, Opioid risk değerlendirme aracının kullanımı, reçeteli ilaç izleme

programı sonuçlarının incelenmesi ve idrarda ilaç taramasının içeren bir opioid değerlendirmesi yönlerini konusunda sağlık personeline yardımcı olun.

- Ayaktan opioid tedavisi alan hastalarda, her vizitte opioid ağrı durumu, fonksiyon ve hedefi başarma üzerindeki etkisini, uyku bozukluğu ve cinsel işlev bozukluğu dahil olmak üzere yan etkilerin varlığını değerlendirin (Makic ve Martinez Kratz 2024).
- Hastanın kullandığı ve kullanmakta olduğu ilaçların tam ve doğru listesini temin edin ve gözden geçirin.
- Hastaya terapileri, ilaç uygulamayı, yan etkileri ve komplikasyonları içeren, istemi yapılmış ve güncellenmiş ağrı yönetim yaklaşımını açıklayın.
- Bireyselleştirilmiş multimodal opioid olmayan ve opioid koruyucusu yaklaşım kullanarak ağrıya yönetin.
- Ağrının nöropatik bir bileşeni olduğunda antikonvüsanlar, antidepresanlar, topikal lokal anestezikler gibi adjuvan analjeziklerle tedavi edin.
- Kanser ağrısında hastaların tüm ağrı düzeylerinde tedavisinin bir bileşeni olarak ve hafif ve orta şiddetli kronik ağrısı için opioid olmayan bir analjezik uygulayın.
- Ağrı yaşayan bazı hastalar için opioid tedavisinin endike olabileceğini bilin.
- Sürekli ağrılar için günün her saati ve kanser ağrısı olan hastaların yapabileceği aralıklı ve atak ağrılar için gerektiğinde analjezik uygulayın.
- Eğer hastalar kısa etkili opioidlerin düzenli kullanımına gereksinim duyuyor ve onlarla yeterli rahatlama sağlıyor ise uzun etkili ve uzun salınımlı opipidler kanser ağrısı olan hastalar için endike olabilir.
- Ağrısı olup yatan hastalarda, Opioid kaynaklı advers olayları düzenli aralıklarla değerlendirin. Bu değerlendirme şunları da içermelidir: ağrı düzeyinin sık değerlendirilmesi solunum durumu ve sedasyon ölçeği kullanarak sedasyon düzenli sistematik olarak kontrol edin.
- Ayaktan takip edilen hastaları opioid kaynaklı sorunları artırabilecek risk faktörleri açısından değerlendirin.
- Opioid kaynaklı konstipasyonu önlemek/tedavi etmek için hastaya, yeterli hidratasyon, lif ve laksalifleri içeren bir bağırsak programı sağlayın. Bulantı, kaşıntı, iştahsızlık, dinlenme ve uyku değişiklikleri gibi opioid ilişkili diğer yan etkileri sorgulayın.

- Analjeziklerin uygulanmasına ek olarak, ağrı kontrolüne yardımcı olmak için dikkati başka yöne çekme, hayal kurma, gevşeme ve sıcak ve soğuk uygulama gibi farmakolojik olmayan yöntemleri kullanması konusunda hastaya destek olun.
- Mümkünse hastayı, konfor düzeyinin en yüksek olduğu dönemde aktivitelerini planlamaya teşvik edin.
- Ağrının uzun süreli yönetimi için uygun kaynakları araştırın.
- Hastada ilerleyici kanser ağrısı varsa hastaya ve ailesine ölüm ve ölümle ilgili sorunları ele almada yardımcı olun, palyatif programlarına ve hospis hizmetlerine erişim sağlayın (Makic ve Martinez Kratz, 2024).

13. KONUYA İLİŞKİN ULUSAL VE ULUSLARARASI ÇALIŞMA ÖRNEKLERİ

Zhang ve arkadaşlarının (2023) masaj terapisinin kanser ağrısı üzerindeki etkilerini eleştirel bir şekilde değerlendirdikleri araştırmanın sonuçlarına göre masaj terapisi, hematolojik maligniteler, meme kanseri ve sindirim sistemi kanserleri olan hastalarda kanser ağrısını hafifletmede etkili olduğu gözlemlenmiştir. Özellikle şu dönemlerde önemli etkileri vardır: Kemoterapi ve ameliyat sonrası dönemde ağrı yönetimi için tamamlayıcı alternatif bir tedavi olarak düşünülmelidir. Özdemir ve Tokaç Akdeniz (2020) kanser hastalarının ağrı inançları ve ilişkili faktörleri belirlediği çalışmada elde edilen sonuçlar doğrultusunda, kanser hastalarında ağrı yönetiminin başarılı olabilmesi için ağrı inançlarının ve etkileyen faktörlerin göz önünde bulundurularak, bilişsel-davranışçı yöntemlerle, öz yönetim ve öz yeterliliği geliştirecek eğitimlere yer verilmesi önerilmektedir. Szallasi (2024) derlemenin sonucuna göre kanser ağrısının karmaşık ve yeterince anlaşılamamış doğası, ilaç geliştirme için büyük bir engel teşkil etmektedir. Forte ve arkadaşlarının (2022) iyimserliğin, kanser teşhisi konmuş ve kanserle yaşayan hastaların ameliyat öncesi ve sonrası hissettikleri ağrı düzeyleri üzerindeki etkisini de araştırdıklarında iyimserlik ile ağrı düzeyleri arasında negatif bir korelasyon gözlemlenmiştir. Li ve arkadaşlarının (2021) Çinli onkoloji hemşirelerinin kanser ağrısı yönetimi konusundaki bilgi ve tutumlarını değerlendirdikleri kesitsel bir çalışmada Çin'deki onkoloji hemşirelerinin kanser ağrısı yönetimi ile ilgili bilgi ve tutumlarının yetersiz olduğu tespit edilmiştir. (Zhang ve ark., 2023; Özdemir ve Tokaç Akdeniz, 2023; Szallasi, 2024; Forte ve ark., 2022; Li ve ark., 2021).

14. SONUÇ

Kanser, küresel ölçekte önemli bir halk sağlığı sorunudur. Bireylerin fiziksel, psikolojik ve sosyal yaşamlarını etkileyen kompleks bir hastalıktır. Hastalığın yönetimi, yalnızca tıbbi tedavilerle sınırlı kalmamakta, aynı zamanda semptomların kontrol altına alınması ve yaşam

kalitesinin artırılması için kapsamlı bakım gerektirmektedir. Kanser hastalarında sık görülen ağrı, hastalığın ilerleyişi ve uygulanan tedavilerin yan etkileriyle doğrudan ilişkili olup, hastaların günlük yaşam aktivitelerini ve genel iyilik halini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Ağrı, tedaviye bağlı gelişen en yaygın semptomlar arasında yer almaktadır. Etkili bir ağrı yönetimi, hastanın yaşam konforunu doğrudan etkilemektedir. Hemşireler, kanser hastalarında ağrı yönetiminin merkezinde yer alarak, multidisipliner ekip içinde kritik bir rol üstlenmektedirler.

Ağrı yönetiminde bireyselleştirilmiş analjezik tedavisi ve tamamlayıcı yöntemler uygulanmalıdır. Sonuç olarak, kanser hastalarının ağrıya yönelik hemşirelik bakımı, bütüncül ve hasta merkezli yaklaşımlar doğrultusunda ele alındığında hem fiziksel hem de psikososyal iyilik halini güçlendiren temel bir sağlık hizmeti niteliği taşımaktadır. Ağrının yönetiminde hemşireler hasta odaklı yaklaşımı ve kanıta dayalı uygulamalarla birleştiğinde, bakım süreçlerinin etkinliği ve hastaların yaşam kalitesi üzerinde olumlu etkiler yaratmaktadır.

KAYNAKLAR

Akdemir, N., & Can, G. (2023). Kanser ve hemşirelik. In N. Akdemir (Ed.), *İç hastalıkları ve hemşirelik bakımı* (8. baskı, ss. 331–347). Akademisyen Kitabevi.

Baran Deniz, D. (2022). Kanser epidemiyolojisi. *Türkiye Sağlık Okuryazarlığı Dergisi*, 3(2), 102–111.

Bahar, A., Ovayolu, Ö., & Ovayolu, N. (2019). Onkoloji hastalarında sık karşılaşılan semptomlar ve hemşirelik yönetimi. *Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 6(1), 42–58.

Buğdaycı, M. (2023). Kanserli hastalarda ağrı ve yönetimi. *Tusad*, 1(1), 52–59.

Forte, A. J., Guliyeva, G., McLeod, H., Dabrh, A. M. A., Salinas, M., Avila, F. R., & Perlman, A. (2022). The Impact of Optimism on Cancer-Related and Postsurgical Cancer Pain: A Systematic Review. *Journal of pain and symptom management, 63*(2), e203–e211. https://doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2021.09.008

Genç, F., Köçkar, Ç., Mutlu, F., & Buğdaycı, M. (2018). Kanser hastalarının ağrı için kullandıkları non-farmakolojik yöntemler. *Koç Üniversitesi Hemşirelikte Eğitim ve Araştırma Dergisi (HEAD),* 15(2), 88–93.

Global Cancer Observatory. (2025). International Agency for Research on Cancer, World Health Organization. Erişim tarihi: 20 Mayıs 2025, https://www.iarc.who.int/

Gülşen, M., Aydıngülü, N., Arslan, S., Kanat, C., Çam Yanık, T., & Altun Uğraş, G. (2025). Kanser hastalarının onkolojik cerrahi öncesi ağrı yönetiminde kullandığı nonfarmakolojik yöntemlerin belirlenmesi: Tanımlayıcı araştırma. *Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Lokman Hekim Tıp Tarihi ve Folklorik Tıp Dergisi*, 15(1), 283–295.

International Association for the Study of Pain. (t.y.). Terminology. IASP. Erişim tarihi: 20 Mayıs 2025, https://www.iasp-pain.org/resources/terminology/

Karasu, Ş. (2021). *Kanser hastalarında görülen semptomlar, baş etme ve semptom yönetiminde öz yeterliğin incelenmesi (Yüksek lisans tezi)*. Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İç Hastalıkları Hemşireliği Anabilim Dalı, Erzurum.

Li, D., Gao, L., Ren, L. Y., Zeng, X., Cui, E. P., Zhang, L. J., & Wu, Q. (2021). Knowledge and attitudes regarding cancer pain management among oncology nurses in China. *The Journal of International Medical Research*, 49(1), 300060520979448. https://doi.org/10.1177/0300060520979448

Makic, M. B. F., & Martinez Kratz, M. R. M. (2024). *Ackley ve Ladwig'in hemşirelik tanıları el kitabı* (Çalışkan, N., & Göçmen Baykara, Z., Çev. Eds.; 13. baskı). Ankara: Nobel Tıp Kitabevleri.

Mestdagh, F., Steyaert, A., & Lavand'homme, P. (2023). Kanser ağrısı yönetimi: Güncel kavramlar, stratejiler ve tekniklerin anlatısal incelemesi. *Güncel Onkoloji*, 30(7), 6838–6858.
Özdemir, Ü., & Tokaç Akdeniz, A. (2023). Kanser hastalarının ağrı inançları ve ilişkili faktörler [Pain beliefs of cancer patients and associated factors]. *Agri : Agri (Algoloji) Dernegi'nin Yayin organidir = The journal of the Turkish Society of Algology, 35*(4), 244–253. https://doi.org/10.14744/agri.2022.55798
Polat Dünya, C., & Genç, N. (2023). Ağrı içinde. In S. Oğuz, V. Ünver, G. Çamcı, & V. Kocatepe (Eds.), *Semptom yönetimi ve hemşirelik* (ss. 1–21). İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevleri.
Szallasi A. (2024). Targeting TRPV1 for Cancer Pain Relief: Can It Work?. *Cancers*, *16*(3), 648. https://doi.org/10.3390/cancers16030648
Sılay, F., & Akyol, A. (2018). Yoğun bakım ünitelerinde ağrı kontrolünde hemşirenin rolü. *İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 3(3), 31–38.
Tunçez, İ. H., Aksoy, N., & Koç, M. (2023). Ulusal kanser tarama programı sonuçları: Bir il örneği. 2, 69–73.
Tuğ, Ö. (2024). Akut ve kronik ağrı yönetiminde sanal gerçeklik. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 17(2), 64–76.
Yıldırım, Y. (2019). Kanser ağrısı içinde. In G. Can (Ed.), *Onkoloji hemşireliği* (2. baskı, ss. 327–346). İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri.
Zhang, Y., Wang, S., Ma, X., Yuan, Y., Cheng, H., Lin, L., & Tian, L. (2023). Massage therapy can effectively relieve cancer pain: A meta-analysis. *Medicine*, *102*(27), e33939. https://doi.org/10.1097/MD.0000000000033939

YAŞLI BİREYLERDE YALNIZLIK, SOSYAL İZOLASYON VE İNTİHAR RİSKİ: KAPSAMLI BİR BİBLİYOMETRİK ANALİZ (1980–2025)

Ece ALAGÖZ
Maltepe University, School of Nursing, Maltepe, İstanbul
ORCID: 0000-0002-4913-0944

ÖZET

Bu bibliyometrik çalışmanın amacı, yaşlı bireylerde yalnızlık ve sosyal izolasyon ile intihar riski arasındaki ilişkiyi ele alan bilimsel yayınların zamansal gelişimini, temel araştırma eğilimlerini ve alanın entelektüel yapısını ortaya koymaktır. Bu kapsamda, literatürdeki tematik yoğunlaşmalar, en üretken ülkeler, dergiler ve yazarlar ile akademik işbirliği ağları analiz edilmiştir.

Veriler, Web of Science Core Collection (SCI-E, SSCI, A&HCI) veri tabanından elde edilmiş ve 1980–2025 yılları arasında yayımlanan makaleler, derleme yazıları ve erken erişim yayınlar çalışmaya dahil edilmiştir. Uygun yayınlar, yaşlı bireyler, yalnızlık/sosyal izolasyon ve intihar riski temalarını içeren anahtar kelimeler kullanılarak belirlenmiştir. Bibliyometrik analizler R (Bibliometrix/Biblioshiny) ve VOSviewer yazılımları aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Betimleyici göstergelerin yanı sıra ortak yazarlık, anahtar kelime eş-görünümü, bibliyografik eşleşme, birlikte atıf ve tematik harita analizleri yapılmıştır.

Bulgular, özellikle 2015 yılından sonra yayın sayısında belirgin bir artış olduğunu göstermektedir. En üretken ülkelerin ağırlıklı olarak Batı ülkeleri olduğu, yayınların ise çoğunlukla geriatri, ruh sağlığı ve toplum sağlığı odaklı dergilerde yayımlandığı saptanmıştır. Anahtar kelime analizleri literatürün üç ana tema etrafında yoğunlaştığını ortaya koymuştur: yalnızlık ve sosyal izolasyonun psikolojik etkileri, intihar riski ve intihar davranışı ile yaşlılıkta yaşam kalitesi ve iyi oluş. Tematik harita ve trend analizleri, özellikle pandemi sonrası dönemde sosyal izolasyon ve intihar düşüncesine yönelik çalışmaların artış gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, yaşlı bireylerde yalnızlık ve intihar riskine ilişkin literatürün nicel ve tematik açıdan hızla genişlediği; ancak çok merkezli ve kültürlerarası işbirliğinin sınırlı kaldığı görülmektedir. Bu çalışma, gelecekte yapılacak araştırmalar için alanın genel görünümünü sunan bütüncül bir çerçeve sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Yaşlı bireyler, yalnızlık, sosyal izolasyon, intihar riski, bibliyometrik analiz

LONELINESS, SOCIAL ISOLATION, AND SUICIDE RISK AMONG OLDER ADULTS: A COMPREHENSIVE BIBLIOMETRIC ANALYSIS (1980–2025)

ABSTRACT

The aim of this bibliometric study is to examine the temporal development, major research trends, and intellectual structure of the scientific literature addressing the relationship between loneliness, social isolation, and suicide risk among older adults. Within this scope, thematic concentrations in the literature, the most productive countries, journals, and authors, as well as academic collaboration networks, were analyzed.

Data were retrieved from the Web of Science Core Collection (SCI-E, SSCI, A&HCI). Articles, review papers, and early access publications published between 1980 and 2025 were included in the analysis. Relevant studies were identified using keywords related to older adults, loneliness/social isolation, and suicide risk. Bibliometric analyses were conducted using R (Bibliometrix/Biblioshiny) and VOSviewer software. In addition to descriptive indicators, co-authorship networks, keyword co-occurrence, bibliographic coupling, co-citation, and thematic mapping analyses were performed.

The findings indicate a marked increase in the number of publications, particularly after 2015. The most productive countries were predominantly Western nations, and publications were mainly concentrated in journals focusing on geriatrics, mental health, and public health. Keyword analyses revealed that the literature clustered around three main themes: the psychological effects of loneliness and social isolation, suicide risk and suicidal behavior, and quality of life and well-being in older adults. Thematic mapping and trend topic analyses demonstrated a growing research focus on social isolation and suicidal ideation, especially in the post-pandemic period.

In conclusion, the literature on loneliness and suicide risk among older adults has expanded rapidly in both quantitative and thematic terms; however, international, multicenter, and cross-cultural collaborations remain limited. This study provides a comprehensive overview of the field and offers a valuable framework to guide future research.

Keywords: Older adults, loneliness, social isolation, suicide risk, bibliometric analysis

ADOLESCENT LONELINESS AND DIETARY RISK BEHAVIORS: EXPLORING MUKBANG VIEWING AS A PSYCHOLOGICAL PATHWAY

Eungyeong KIM
Kunsan Nationalniversity, Professor, Nursing, Gunsna, Republic of Korea.
ORCID: 0000-0002-0419-5752

ABSTRACT

Recent increases in the consumption of Mukbang content among adolescents have prompted questions regarding its potential influence on eating habits. The present study explored whether adolescents' experiences of loneliness contribute to unhealthy dietary behaviors and whether these relationships operate partially through the frequency of Mukbang viewing. Data were obtained from the 2022 Korea Youth Health Behavior Survey, comprising a nationally representative sample of 51,850 middle and high school students. Parallel mediation analyses were performed using PROCESS Model 4 with 5,000 bootstrap resamples, while controlling for key demographic factors. The findings showed that higher loneliness levels were associated with more frequent engagement in Mukbang viewing. In turn, Mukbang exposure was linked to increased likelihood of late-night eating and greater fast-food consumption. Although direct associations between loneliness and the two unhealthy eating behaviors remained significant, Mukbang viewing accounted for a small yet meaningful portion of the overall effect. These results highlight the possibility that emotionally motivated media use may serve as a behavioral pathway through which loneliness influences adolescents' dietary patterns. Addressing emotional distress and guiding healthier digital media practices may be essential components in efforts to curb maladaptive eating behaviors among youth.

Keywords: Loneliness, Adolescents, Mukbang, Eating behavior, Media use, Mediation

DİYARBAKIR BÖLGESİNDE G6PD CANTON, KAIPING VE GAOHE MUTASYONLARININ TESPİTİ

Kadir Sinan ASLAN
Dicle University, Science Faculty, Department of Biology, 21280, Diyarbakır
ORCID: 0000-0003-4564-1285
Hüseyin Hakan İNCE
Dicle University, Ziya Gökalp Education Faculty, Department of Mathematics and Science Education 21280, Diyarbakır
ORCID: 0000-0001-9873-5731

ÖZET

Glukoz-6-fosfat dehidrogenaz (G6PD), pentoz fosfat yolunun ilk basamağını katalizleyen ve eritrositlerde NADPH oluşumunu sağlayan temel bir enzimdir. G6PD enzim eksikliğinde favizm ve akut hemolitik anemi gibi çeşitli hemolitik vakalar görülmektedir. Dünya genelinde yaklaşık 450 ila 500 milyondan fazla kişiyi etkilediği tahmin edilmektedir. Enzimin, değişik özellikler gösteren 400`ün üzerinde varyantı ve yaklaşık 170'in üzerinde mutasyonu olduğu saptanmıştır. G6PD enzim eksikliğinin Orta Doğu ve Akdeniz bölgeleri arasında kalan ülkemizde ağırlıklı olarak ve en sık görülen mutasyonlardan olan G6PD Mediterrean mutasyonu olduğu bilinmektedir. G6PD mutasyonunun kozmopolit bir yapıya sahip olan Diyarbakır bölgesinde farklı tiplerinin de bulunabileceği düşüncesi ile G6PD Canton, Kaiping ve Gaohe mutasyonlarını kapsayan bir tarama çalışması yapılmıştır. Çalışmamızda Real Time PCR (RT-PCR) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem ile Dicle Üniversitesi Hematoloji Kliniği'ne başvuran ve daha önce G6PD tanısı almamış 96 bireyin her birinden 2 ml kan örneği alındıktan sonra DNA saflaştırması yapıldı. Saflaştırma işleminden sonra çalışmamızda adı geçen Canton, Kaiping ve Gaohe mutasyonlarının primerleri kullanılarak mutasyon taraması yapılmıştır. Real time PCR kullanarak yaptığımız çalışmada G6PD enzim eksikliğinin mutasyonlarının moleküler boyutu araştırılmış olup G6PD enzim eksikliğinde görülen Canton, Kaiping ve Gaohe mutasyonlarına rastlanmamıştır. Çalışmamız Türkiye'de G6PD varyant dağılımının Asya ülkelerindekinden farklı olduğuna göstermektedir. Bundan dolayı, Diyarbakır özelinde elde edilen bu sonuç, bölgesel genetik farklılıkların önemini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: G6PD, hemolitik anemi, genetik mutasyon

DETECTION OF G6PD CANTON, KAIPING, AND GAOHE MUTATIONS IN THE DİYARBAKIR REGION

ABSTRACT

Glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PD) is a key enzyme that catalyzes the first step of the pentose phosphate pathway and facilitates NADPH formation in erythrocytes. G6PD deficiency

is associated with various hemolytic conditions, such as favism and acute hemolytic anemia. It is estimated to affect more than 450 to 500 million people worldwide. Over 400 variants of the enzyme with different characteristics and approximately 170 mutations have been identified. It is known that G6PD enzyme deficiency is predominantly found in our country, located between the Middle East and Mediterranean regions, and that the G6PD Mediterranean mutation is one of the most common mutations. Considering that different types of G6PD mutations may also be found in the cosmopolitan Diyarbakır region, a screening study covering the G6PD Canton, Kaiping, and Gaohe mutations was conducted. Real-time PCR (RT-PCR) was used in our study. Using this method, 2 mL of blood samples were taken from each of 96 individuals who had not previously been diagnosed with G6PD and who had applied to the Hematology Clinic of Dicle University, and DNA purification was performed. After purification, mutation screening was performed using primers for the Canton, Kaiping, and Gaohe mutations mentioned in our study. In our study using real-time PCR, the molecular dimension of G6PD enzyme deficiency mutations was investigated, and no Canton, Kaiping, or Gaohe mutations seen in G6PD enzyme deficiency were found. Our study shows that the distribution of G6PD variants in Turkey differs from that in Asian countries. Therefore, this result obtained specifically in Diyarbakır emphasizes the importance of regional genetic differences.

Keywords: G6PD, hemolytic anemia, genetic mutation

1. GİRİŞ

G6PD eksikliği, dünya genelinde yaklaşık 450 ila 500 milyondan fazla kişiyi etkilediği tahmin edilmektedir. G6PD geni, X'e bağlı çekinik bir hastalık olup Xq28 lokusunda bulunur ve 515 amino asit uzunluğunda bir polipeptit zinciri kodlayan 13 ekzon içerir ve hücrelerin oksidatif strese karşı korunmasında merkezi bir rol üstlenmektedir (Luzzatto at al 2020). NADPH üretimi sayesinde indirgenmiş glutatyonun devamlılığı sağlanır ve reaktif oksijen türlerinin zararlı etkileri önlenmektedir. Ayrıca günümüzde ve geçmişte sıtmanın endemik olduğu bölgelerde yaygın olan bu eksikliğinin sıtmaya veya bir *Plasmodium* türü enfeksiyonuna karşı bir tür koruyucu etkiye sahip olduğunu dile getirilmiştir (Sadhewa et al 2023). Yapılan araştırmalarda bulunan G6PD mutasyonlarının sayısının 186 olduğu bildirilmiştir. Bunların %85,4'ü tek nükleotid yer değiştirmesi/ yanlış anlamlıları, %8'i çoklu mutasyonları, %5,3'ünü delesyonları ve %1'lik kısmı da intronları etkileyen mutasyonların oluşturduğu belirlenmiştir (Minucci et al 2012). G6PD enzimi eritrositlerde indirgenmiş glutatyonun sürekliliğini sağlayıp ve bu sayede oksidatif stresin zararlı etkilerini sınırlamaktadır. Enzim eksikliği, enfeksiyonlar, bazı ilaçların

kullanımı, yenidoğan döneminde ya da bakla tüketimi sonrası hemolitik anemiye yol açabilmektedir (World Health Organization 2025). G6PD eksikliği prevalansının Türkiye için %0,5 ila 2,9 arasında değişen değerlerde olmasına rağmen bu değer, Çukurova bölgesinde %8,2'ye kadar çıkmaktadır. Türkiye'de en sık görülen mutasyonun Mediterranean varyantı olduğu bildirilmiştir. Özellikle Diyarbakır bölgesinde, hem genetik çeşitliliğin hem de akraba evliliklerinin yaygınlığı nedeniyle mutasyonların klinik etkileri daha belirgin olabilmektedir (Sayın et al 2022; Günaştı & Tuli 2023). Buna karşın, Çin gibi Asya ülkelerinde Canton, Kaiping ve Gaohe mutasyonları yaygın olarak görülmektedir (Zhou et al 2024). Bu bağlamda, Diyarbakır bölgesinde söz konusu mutasyonların da araştırılması amaçlanmıştır. G6PD mutasyon tipleri arasında Mediterranean, Canton, Kaiping ve Gaohe varyantları sık görülen tipler arasında yer almaktadır. Bu varyantların nükleotid değişikliği, ilgili aminoasiti, klinik etkileri ve bölgesel yaygınlığı tablo1 de gösterilmiştir ve bu varyantlar enzim aktivitesini azaltarak eritrositlerin oksidatif strese duyarlılığını artırmaktadır (Luzzatto at al 2020; Louis et al 2022).

Tablo 1. Sık görülen G6PD mutasyonları ve etkileri

Mutasyon	**Ekson**	**Nükleotid değişikliği**	**Aminoasit**	**Klinik etki**	**Bölgesel yaygınlık**
Mediterranean	Ekson 6	c.563C>T	188 Ser>Phe	Şiddetli hemolitik anemi	Orta Doğu, Akdeniz
Canton	Ekson 12	c.1376G>T	459 Arg>Leu	Orta-ağır eksiklik	Asya
Kaiping	Ekson 12	c.1388G>A	463 Arg>His	Orta düzeyde eksiklik	Çin, Güneydoğu Asya
Gaohe	Ekson 2	c.95A>G	32 His>Arg	Hafif-orta eksiklik	Asya

G6PD Mediterranean: G6PD eksikliğinin en yaygın olan mutasyonlarından biri, G6PD Mediterranean mutasyonudur. Bu mutasyon, G6PD genindeki 563. pozisyonda C'den T'ye (563C>T) bir nükleotid değişikliği ile karakterize olmaktadır. Bu değişiklik, fenil alanin amino asidinin serin ile yer değiştirmesine neden olup ve enzim aktivitesinde %10'un altına düşüşe yol açmaktadır. G6PD Mediterranean mutasyonu, özellikle Akdeniz bölgesinde yaşayan bireylerde yaygın olarak görülmektedir (Elhadidy et al 2023).

G6PD Canton: G6PD Canton mutasyonu, Çin ve güneydoğu Asya'da sıkça rastlanan bir varyanttır. Bu mutasyon, G6PD enzim aktivitesini önemli ölçüde azaltıp ve hemolitik anemiye yol açabilmektedir. Canton varyantı, G6PD geninde 1376. nükleotitde G→T değişikliği

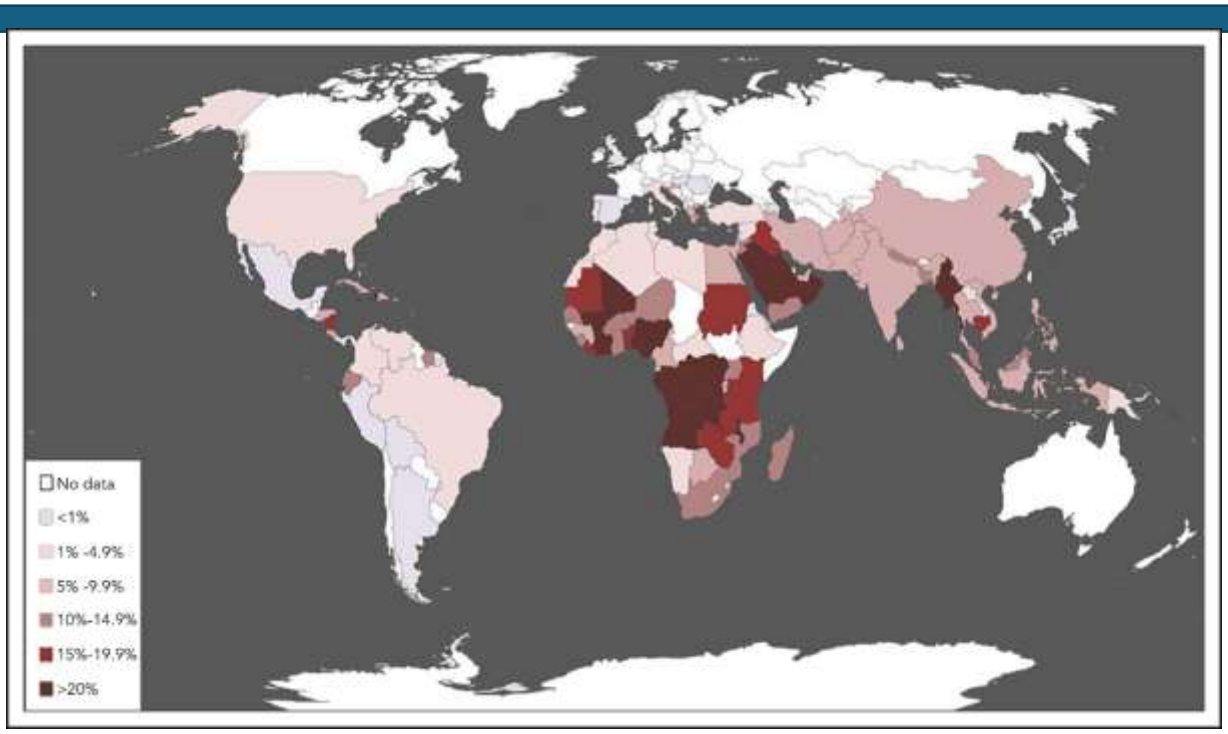
(R459L) olarak genetik farklılık göstermektedir. Özellikle Çin'in güney bölgelerinde ve Tayland'da yüksek prevalansa sahiptir. Bu mutasyonun, G6PD enzim stabilitesini olumsuz etkileyerek oksidatif strese karşı hücreleri daha savunmasız hale getirdiği gösterilmiştir (Wei et al 2023).

G6PD Kaiping: G6PD Kaiping mutasyonu, özellikle Çin'in güney bölgelerinde ve Tayland'da yaygın bir diğer varyanttır. Bu mutasyon, G6PD enzim aktivitesini azaltarak hemolitik anemiye yol açabilir. G6PD geninde 1388. nükleotitde G→A değişikliği (R463H) olarak genetik farklılık göstermektedir (Kumar et al 2020). Kaiping varyantının, G6PD enzim stabilitesini artırarak oksidatif strese karşı hücreleri daha dirençli hale getirdiği yapılan araştırmalarda bulunmuştur (Dechyotin et al 2021).

G6PD Gaohe: G6PD Gaohe mutasyonu, Çin'in güney bölgelerinde ve Tayland'da bulunan bir diğer G6PD varyantıdır. Bu mutasyon, G6PD enzim aktivitesini azaltarak hemolitik anemiye yol açabilmektedir (Jacob et al 2025).

G6PD eksikliği genellikle asemptomatik belirtiler göstermektedir. Ancak oksidatif stres yaratan ilaçlar (ör. primakin, rasburikaz, dapson), bazı enfeksiyonlar ve bakla tüketimi hemolitik krizi tetikleyebilmektedir. Klinik tabloda sarılık, anemi, koyu renkli idrar ve halsizlik görülmektedir. Yeni doğanlarda hiperbilirubinemi ve kernikterus riski de mevcuttur (Luzzatto et al 2018; La Vieille et al 2019; Garcia et al 2021; Ruan et al 2022).

Türkiye'de yapılan araştırmalarda G6PD enzim eksikliğinin görülme oranı bölgesel olarak değişiklik göstermektedir. Ege ve Akdeniz bölgelerinde "Mediterranean" varyantı baskın iken, Güneydoğu Anadolu'da daha çeşitli mutasyonlara rastlanmaktadır (Yıldırım et al., 2022). Bu durum, tarihsel göç yollarının ve etnik çeşitliliğin genetik yapıya yansıması olarak değerlendirilebilir (Şekil1).



Şekil 1. G6PD enzim eksikliğinin dünyadaki dağılımı (Luzzatto at al 2020).

G6PD enzimi, pentoz fosfat yolunda NADPH üretiminden sorumlu olup hücre içi dengeyi korumaktadır. Eritrositler çekirdeksiz oldukları için başka bir NADPH kaynağına sahip değildir. Bu nedenle G6PD eksikliği, oksidatif stres sırasında hemolitik krizlere yol açabilmektedir (Israel et al 2023). G6PD geninin X'e bağlı olması nedeniyle erkeklerde hemizigot, kadınlarda heterozigot veya homozigot fenotipler görülür. Günümüzde 200'e yakın fazla varyant tanımlanmıştır (He et al 2020).

G6PD enziminin tanısı için; Kalitatif Floresan Spot Test, Kantitatif Spektrofotometrik Yöntem, Point-of-Care (POC) Testler, Real Time PCR testi, DNA Dizileme ve NGS yöntemleri kullanılmaktadır. G6PD tanısında kullanılan yöntemler farklı avantaj ve sınırlılıklara sahiptir. Kalitatif Floresan Spot Test, yenidoğanlarda G6PD enzim eksikliğinin tanısında kullanılan bir testtir (Lee et al 2022). Bu tarama sonucunda erkek bireylerin enzim aktivitesi Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) verilerine göre sınıf II ve Sınıf III olmasına rağmen dişi heterozigot enzim eksikliğine sahip bireylerin sınıf IV olduğu belirlenmiştir (Chen et al 2018). Elde edilen bu sonuçlar kalitatif floresan test ile yapılan çalışmalarda G6PD heterozigot dişi bireylerde uygulanan bu kantitatif testin doğru bir şekilde tanı göstermemesi ile heterozigot dişilerin tespit edilememesine yol açtığı belirtilmiştir (Luzzatto at al 2020; Warny et al 2015). Kalitatif floresan testler hızlı ve düşük maliyetli tarama sağlamaktadır. Kantitatif spektrofotometri ise kesin tanıda altın standarttır. POC testler, düşük kaynaklı bölgelerde umut verici bir çözüm

sunmaktadır (Martínez et al 2024). Moleküler yöntemler ise, mutasyon çeşitliliğini saptamada kritik rol oynamaktadır. G6PD enzimi eksikliğinin tespiti için kullanılan moleküler yöntemlerden Real-Time PCR yöntemi, DNA amplifikasyonunu ve ürünlerin floresan sinyali ile eşzamanlı takibini sağlayan modern bir tekniktir. Bu yöntem, gen ekspresyon analizi, SNP tayini, mutasyon tespiti, metilasyon analizi ve patojen saptamada yaygın olarak kullanılmaktadır (Chamchoy et al 2022).

Çalışmamızda kullanılan kitlerde bulunan problar dizi-spesifik simple hibridizasyon probları olup SNP ve nokta mutasyonlarını saptayabilmektedir. Bu problar hedef diziye bağlandıklarında floresan sinyal artışı meydana getirmekte ve cihaz tarafından ölçümü sağlanmaktadır (TIB MOLBIOL 2025).

2.ARAŞTIRMA VE BULGULAR

Yaptığımız çalışmada, Dünya üzerinde yaygın olarak görülen G6PD enzim eksikliğinin Canton, Kaiping ve Gaohe mutasyonlarının bölgemizde de tespiti amaçlanmıştır. Bu kapsamda, Dicle Üniversitesi'nin vermiş olduğu etik kurul kararıyla, Tıp Fakültesi Hematoloji Kliniği'ne başvuran ve G6PD tanısı şüphesi bulunan ve farklı yaş gruplarından 96 bireyin her birinden bilgilendirilmiş onam alınarak 2 mL venöz kan örneği toplanmıştır. Toplanan kanlar etilendiamintetraasetik asit (EDTA) içeren tüplere alınmış ve analiz öncesinde +4 °C'de saklanmıştır (Mohanty & Colah 2008). Bu örneklerin DNA izolasyonu, ROCHE MagNA Pure Compact izolasyon cihazı ve MagNA Pure Compact Nucleic Acid Isolation Kit I kullanılarak üretici firmanın talimatlarına uygun şekilde izolasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Her işlemde 8 örnek aynı anda saflaştırılmış, her bir örnekten 200 µL tam kan kullanılmıştır. İzolasyon sonunda yaklaşık 100 µL saf DNA elde edilmiştir. İzole edilen DNA'lar, daha sonraki çalışmalarda işlemlerin yapılması için kullanılmak üzere –20 °C'de depolanmıştır (Roche Diagnostics 2025).

Analizler Real-Time PCR temelli olup aynı anda 96 örneğin çalışılmasına olanak sağlamıştır. Real Time PCR uygulamasında Fast Start Hybprobe Master (Roche Diagnostics, Switzerland) kiti aşağıdaki tabloda belirtilen PCR protokolüne göre kullanılmıştır.

2.1. Reaksiyon Karışımının Hazırlanması: Her örnek için PCR reaksiyon karışımı 20 µL olacak şekilde hazırlanmıştır. Karışım bileşenleri aşağıdaki tablo 2'de özetlenmiştir:

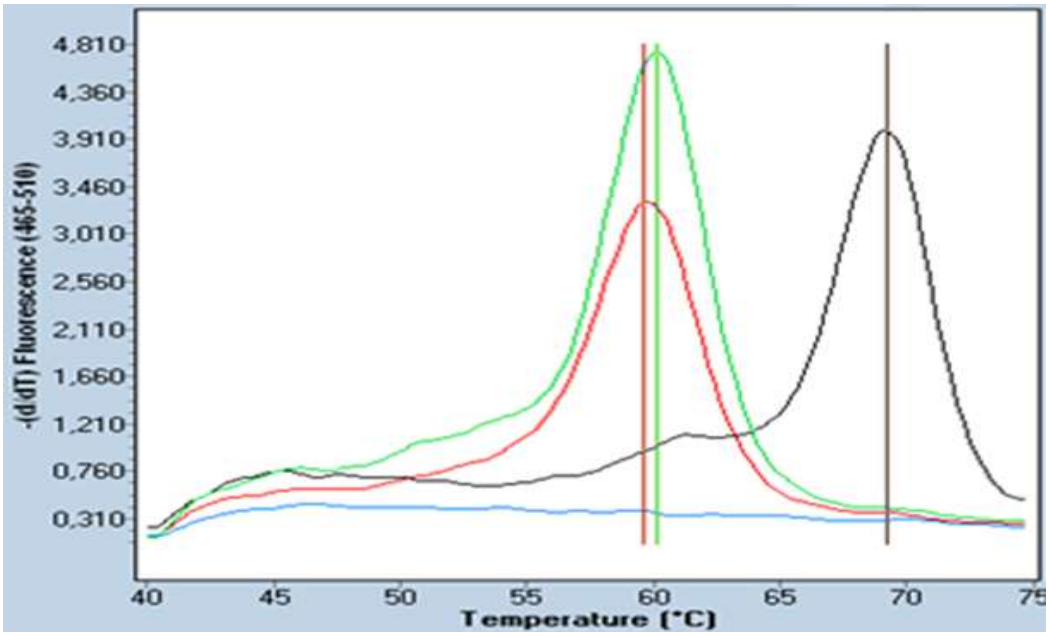
Tablo2. Reaksiyon karışımı hazırlama (PCR protokolü)

Malzemenin Adı	Miktarı
H_2O	10.4 µL
Reagent Mix	1.0 µL
FastStart DNA Master	2.0 µL
$MgCl_2$ (25 mM)	1.6 µL
Toplam	**15.0 µL**

Bir örnek için hazırlanan PCR protokolü örnek sayısı ile çarpılıp ilgili kuyucuklara 15 µL olacak şekilde dağıtılmıştır. Her bir kuyucuğa ilgili örneğim DNA'sından 5 µL eklenmiş toplam kuyucuktaki karışım miktarı 20 µL olarak işleme alınmıştır (TIB MOLBIOL 2025).

2.2. Mutasyon Analizi ve Veri Değerlendirmesi

Hazırlanan reaksiyon karışımları 96 kuyucuklu plaka üzerine yerleştirilmiş ve LightCycler® 480 II cihazında amplifikasyon gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen melting peak grafiği değerlendirilmiştir (Şekil 2): Sadece sağ tarafta pik → homozigot mutant alel, Sağ ve sol tarafta pik → heterozigot alel, Sadece sol tarafta pik → homozigot normal (wild-type) alel Tüm analizler, üretici firma protokolleri doğrultusunda yürütülmüştür (Roche Diagnostics 2025).



Şekil 2. Erime eğrisi grafiği

Grafiğe göre sadece sol tarafta piklerin görülmesi elde edilen verilerin homozigot normal (wild-type) alel olduğunu göstermektedir. SNP'lerin belirlemesinde simple probların kullanımı

önerilmektedir. Bu nedenle bu simple problar hızlı bir şekilde wild-type, mutant ve heterozigotluğu belirleyebilmektedir (Soejima & Koda 2022). Yaptığımız 96 örneğin RT-PCR çalışmasında Şekil 2'de görülen erime eğrisi grafiği görülmüştür. Bu sonuç çalışmış olduğumuz örneklerdeki bireylerin belirlemek istediğimiz mutasyon tipleri bakımından homozigot normal olduğunu yani bu tiplerin bulunmadığını göstermiştir.

3.SONUÇ

Dünyada oldukça yaygın şekilde görülen G6PD eksikliğine, Orta Doğu ve Akdeniz ülkesi olan Türkiye'de özellikle doğu ve güney kesimlerde rastlanmaktadır. Türkiye'de en baskın varyantın Akdeniz havzasında sık görülen Mediterranean mutasyonudur. Bu mutasyon Diyarbakır'da da görülmekle birlikte farklı varyantların da bulunması bölgenin genetik yapısının çeşitliliğine göstermekte ve bu yüzden Diyarbakır ve çevresinde önemli bir halk sağlığı sorunu olmaya devam etmektedir. Bu hastalığı taşıyanların belirlenmesi ve bu kişilerin tedavisinde oksidan özelliği bulunan ilaçların kullanımından sakınılması veya dikkatle kullanılması gerekmektedir. G6PD enzim eksikliğinde, favizm ve akut hemolitik anemi gibi çeşitli hemolitik vakalar görülebilmektedir. Bu eksikliğin klinik etkisinin şiddetli görüldüğü vakalarda yenidoğan bebeklerde kanda aşırı bilirubin seviyeleri ile karakterize bir şekilde ortaya çıkan sarılığa (kernikterus) yol açabilmektedir (Xu et al 2021; Yang et al 2023). G6PD eksikliğinin erken teşhisi, ilişkili komplikasyonların etkili bir şekilde yönetilmesinde kritik bir rol oynar.

Çalışmamızda Real-Time PCR yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemi kullanmadaki amacımız G6PD genindeki mutasyonları moleküler düzeyde genetik olarak incelemek ve bu gen mutasyonlarının bölgemizdeki dağılımını doğru bir şekilde tespit etmektir. Kullanılan yöntem hızlı ve güvenilir olup, sonuçlar kısa sürede alınabilmektedir. Çalışmamızda G6PD enzim eksikliğinin moleküler boyutu araştırılmış ve Canton 1376 G>T (p.Arg459Leu), Kaiping 1388 G>A (p.Arg463His) ve Gaohe 95 A>G (p.His32Arg) mutasyonlarına rastlanmamıştır. Bu durum, Türkiye'de G6PD varyant dağılımının Asya ülkelerindekinden farklı olduğuna işaret etmektedir. Dolayısıyla, Diyarbakır özelinde elde edilen bu sonuç, bölgesel genetik farklılıkların önemini vurgulamaktadır. Daha geniş örneklem gruplarıyla yapılacak taramalar, nadir mutasyonların varlığını daha net ortaya koyabilir. Nitekim Çin'de yapılan geniş kapsamlı çalışmalarda G6PD Canton, Kaiping ve Gaohe mutasyonlarının sıklığı oldukça yüksek olarak tespit edilmiştir (Zhou et al 2024; Liang et al 2024). Ülkemizde G6PD eksikliği hastalığının yayılımının belirlenmesi önemli olup bu amaçla ciddi bölgesel tarama programlarının geliştirilmesi, riskli bireylerde ilaç ve beslenme uyarılarının yapılması ve genetik çeşitliliğin araştırılması, bölgesel sağlık politikalarına katkı sağlayacağını düşünüyoruz. Ayrıca ülkemizde

daha çok bölgesel ve dar kapsamlı çalışmalar yapıldığından dolayı G6PD enzim eksikliğinden etkilenen çiftlere genetik danışmanlık hizmeti sunulması, yenidoğan sarılığı ve G6PD enzim eksikliği konusunda farkındalığı etkili bir şekilde artıracağı aşikardır. Ayrıca, bireylerin oksidatif stres faktörlerinden kaçınmalarına ve çocuklarını hemolitik tetikleyicilerden korumalarına yardımcı olmada önemli bir rol oynayacağı aşikardır. G6PD enzim eksikliğinin klinik sonuçlarına rağmen, hastalığın sıklığını, dağılımını ve hastalık oluşumunu etkileyen faktörlerin ve bu hastalığa karşı hedefleri ve yöntemleri belirleyen tahminlerin bölgeler arasında tutarsızlığı devam etmesinden dolayı etkili halk sağlığı planlaması sınırlı kalmaktadır (Mueller & MalariaGEN Consortium 2017). Yapılan çalışmalar genellikle asemptomatik taşıyıcıları veya subklinik vakaları tam olarak yakalayamayan hastane verilerine, bölgesel sağlık kayıtlarına dayanmaktadır (Yu et al 2025). Bu nedenle çalışmamızdaki sonuçlarla diğer çalışma sonuçları arasındaki farklılıkların nedeni, çalışmamızda sınırlı sayıda mutasyonun çalışılmış olması, hasta seçim kriterine bağlı olabileceği gibi diğer mutasyonların çalışılmamış olması ve bölgemize spesifik mutasyonların da olabileceğini düşündürmektedir. Bu sebeple çalışmamızın devamında çalışılmamış mutasyonların tespiti için daha geniş örneklem grupları ile mutasyon taramaları yapılması planlanmaktadır.

4.KAYNAKÇA

Chamchoy, K., Sudsumrit, S., Thita, T., Krudsood, S., Patrapuvich, R., & Boonyuen, U. (2022). Cytochrome P450 2D6 (CYP2D6) and glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PD) genetic variations in Thai vivax malaria patients: Implications for 8-aminoquinoline radical cure. PLoS neglected tropical diseases, 16(12), e0010986.

Chen, X., Yang, L., Wang, H. J., Wu, B. B., Lu, Y. L., Dong, X. R., & Zhou, W. H. (2018). Phenotypic and genotypic spectra of patients with glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency gene known pathogenic variants: a single-center study. Zhonghua er ke za zhi= Chinese Journal of Pediatrics, 56(5), 364-368. doi:10.3760/cma.j.issn.0578-1310.2018.05.011

Dechyotin, S., Sakunthai, K., Khemtonglang, N., Yamsri, S., Sanchaisuriya, K., Kitcharoen, K., & Kitcharoen, S. (2021). Prevalence and molecular characterization of glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PD) deficiency in females from previously malaria endemic regions in Northeastern Thailand and identification of a novel G6PD variant. Mediterranean Journal of Hematology and Infectious Diseases, 13(1), e2021029.

Elhadidy, A. A., Abdelhamid, A. E. S., Attia, F. M., Ibrahim, G., & Ibrahim, M. A. (2023). Assessment of the Frequency of the G6PD Mediterranean Gene Mutation 563 C→ T (rs5030868) in Children attending Suez Canal University Hospital. Suez Canal University Medical Journal, 26(1), 100-106.

Garcia, A. A., Koperniku, A., Ferreira, J. C., & Mochly-Rosen, D. (2021). Treatment strategies for glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency: past and future perspectives. Trends in Pharmacological Sciences, 42(10), 829-844.

Günaştı, B., & Tuli, A. (2023). Comparison of gene expressions in individuals with G6PD Mediterranean mutation and hemolytic anemia. Cukurova Medical Journal, 48(2), 351-360.

He, Y., Zhang, Y., Chen, X., Wang, Q., Ling, L., & Xu, Y. (2020). Glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency in the Han Chinese population: molecular characterization and genotype–phenotype association throughout an activity distribution. Scientific Reports, 10(1), 17106. doi:10.1038/s41598-020-74200-y

Israel, A., Schäffer, A. A., Berkovitch, M., Ozeri, D. J., Merzon, E., Green, I., ... & Magen, E. (2023). Glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PD) deficiency and long-term risk of immune-related diseases. medRxiv. doi:10.1101/2023.03.23.23287616.

Jacob, B. A. C., Songsungthong, W., Leartsakulpanich, U., & Boonyuen, U. (2025). Rapid and reliable detection of G6PD mutations using recombinase polymerase amplification coupled with lateral flow strip. Clinica Chimica Acta, 120345.

Kumar, R., Singh, M. P. S. S., Mahapatra, S., Chaurasia, S., Tripathi, M. K., Oommen, J., ... & Shanmugam, R. (2020). Fine mapping of glucose 6 phosphate dehydrogenase (G6PD) deficiency in a rural malaria area of south west Odisha using the clinical, hematological and molecular approach. Mediterranean Journal of Hematology and Infectious Diseases, 12(1), e2020015.

La Vieille, S., Lefebvre, D. E., Khalid, A. F., Decan, M. R., & Godefroy, S. (2019). Dietary restrictions for people with glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency. Nutrition reviews, 77(2), 96-106.

Lee, H. Y., Ithnin, A., Azma, R. Z., Othman, A., Salvador, A., & Cheah, F. C. (2022). Glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency and neonatal hyperbilirubinemia: insights on pathophysiology, diagnosis, and gene variants in disease heterogeneity. Frontiers in pediatrics, 10, 875877. doi:10.3389/fped.2022.875877

Liang, H. F., Cao, Y. B., Lin, F., Yang, Y. K., Liao, Y. W., Ou, W. H., ... & Yang, L. Y. (2024). Molecular epidemiological investigation of G6PD deficiency in Yangjiang region, western Guangdong province. Frontiers in genetics, 14, 1345537. doi:10.3389/fgene.2023.1345537

Louis, N. E., Hamza, M. A., Baharuddin, P. N. E. B., Chandran, S., Latif, N. A., Alonazi, M. A., ... & Amran, S. I. (2022). Preliminary study of structural changes of glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency variants. BioMedicine, 12(3), 12.

Luzzatto, L., & Arese, P. (2018). Favism and glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency. New England Journal of Medicine, 378(1), 60-71.

Luzzatto, L., Ally, M., & Notaro, R. (2020). Glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency. Blood, 136(11), 1225–1240. doi:10.1182/blood.2019000944

Martínez, J. C., Vélez-Marín, V., Lopez-Perez, M., Patiño-Lugo, D. F., & Florez, I. D. (2024). Diagnostic accuracy of the point-of-care standard G6PD test™(SD Biosensor) for glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency: a systematic review and meta-analysis. Malaria Journal, 23(1), 327. doi:10.1186/s12936-024-05144-1

Minucci, A., Moradkhani, K., Hwang, M. J., Zuppi, C., Giardina, B., & Capoluongo, E. (2012). Glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PD) mutations database: review of the "old" and update of the new mutations. Blood cells, molecules & diseases, 48(3), 154–165. doi:10.1016/j.bcmd.2012.01.001

Mohanty, D., & Colah, R. (2008). Laboratory Manual for screening diagnosis and molecular analysis of hemoglobinopathies and red cell enzymopathies.

Mueller, I., & MalariaGEN Consortium. (2017). Characterisation of the opposing effects of G6PD deficiency on cerebral malaria and severe malarial anaemia. eLIFE, 2017, vol. 6, p. e15085.

Roche Diagnostics (2025). LightCycler® 480 Instrument II: Technical manual. Retrieved from https://lifescience.roche.com

Ruan, P., Qiu, H., & Chen, H. (2022). Acute hemolytic anemia and acute kidney injury induced by non-high-dose ascorbic acid in a Child with glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency. Pediatrics & Neonatology, 63(1), 103-104. doi:10.1016/j.pedneo.2021.07.006

Sadhewa, A., Cassidy-Seyoum, S., Acharya, S., Devine, A., Price, R. N., Mwaura, M., Thriemer, K., & Ley, B. (2023). A Review of the Current Status of G6PD Deficiency Testing to Guide Radical Cure Treatment for Vivax Malaria. Pathogens (Basel, Switzerland), 12(5), 650. doi:10.3390/pathogens12050650

Sayın, S., Kılıçaslan, E., Yıldırım, M., Özgür, G., Kaptan, K., Beyan, C., & Aylı, M. (2022). Regional distribution of glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency in Turkey and evaluation of clinical findings: a multicenter study. The European Research Journal, 1-6. doi:10.18621/eurj.1102914

Soejima, M., & Koda, Y. (2022). Fluorescence Melting Curve Analysis for Concurrent Genotyping of Three Tag SNPs in FUT3. Diagnostics, 12(12), 3039. doi:10.3390/diagnostics12123039

TIB MOLBIOL (2025) LightSNiP assays for mutation detection. Retrieved from https://www.tib-molbiol.de

Warny, M., Klausen, T. W., Petersen, J., & Birgens, H. (2015). Prevalence of glucose-6-phosphate dehydrogenase deficiency and diagnostic challenges in 1500 immigrants in Denmark examined for haemoglobinopathies. Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation, 75(5), 390-397. doi:10.3109/00365513.2015.1031692

Wei, H., Wang, C., Huang, W., He, L., Liu, Y., Huang, H., ... & Lin, M. (2023). Simultaneous detection of G6PD mutations using SNPscan in a multiethnic minority area of Southwestern China. Frontiers in Genetics, 13, 1000290.

World Health Organization (2025). Technical consultation to review the classification of glucose-6phosphate dehydrogenase (G6PD). Geneva: World Health Organization. https://www.who.int/publications/m/item/WHO-UCN-GMP-MPAG-2022.01

Xu, J. X., Lin, F., Chen, Z. K., Luo, Z. Y., Zhan, X. F., Wu, J. R., ... & Yang, L. Y. (2021). Co-inheritance of G6PD deficiency and 211 G to a variation of UGT1A1 in neonates with hyperbilirubinemia in eastern Guangdong. BMC pediatrics, 21(1), 564. doi:10.1186/s12887-021-03010-6

Yang, Y. K., Lin, C. F., Lin, F., Chen, Z. K., Liao, Y. W., Huang, Y. C., ... & Yang, L. Y. (2023). Etiology analysis and G6PD deficiency for term infants with jaundice in Yangjiang of western Guangdong. Frontiers in pediatrics, 11, 1201940. doi:10.3389/fped.2023.1201940

Yıldırım, F., Demir, S., & Kaya, A. (2022). Türkiye'de glukoz-6-fosfat dehidrogenaz (G6PD) eksikliğinin moleküler özellikleri. Anatolian Journal of Clinical Investigation, 16(3), 145–152. https://doi.org/10.14744/ajci.2022.56789

Yu, Z., Xiong, Q., Wang, Z., Li, L., & Niu, T. (2025). Global, regional, and national burden of glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PD) deficiency from 1990 to 2021: a systematic analysis of the global burden of disease study 2021. *Frontiers in Genetics*, *16*, 1593728.

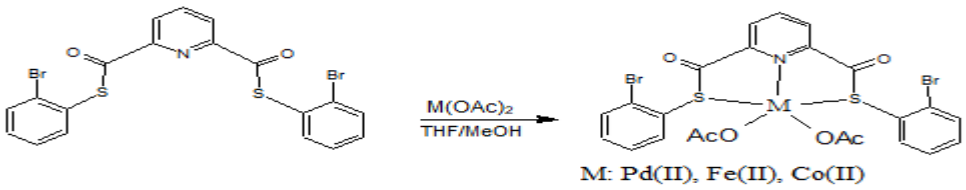
Zhou, J., Zeng, Y., Tang, J., Chen, S., Li, G., Qiu, X., ... & Xu, L. (2024). Screening and the analysis of genotypic and phenotypic characterization of glucose-6-phosphate dehydrogenase (G6PD) deficiency in Fujian province, China. Frontiers in Genetics, 15, 1422214.

YENİ SÜBSTİTÜE PİRİDİN HALKALI SNS TİPİ PİNCER LİGAND VE METAL KOMPLEKSLERİNİN SENTEZİ VE KARAKTERİZASYONU

Beyza NACAR
Gaziantep Üniversitesi, Fen Bilmleri Enstitüsü, Kimya, Gaziantep, 27310, Türkiye
ORCID: 0009-0000-4493-2086
Hatice Gamze SOĞUKÖMEROĞULLARI
Gaziantep Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikleri, Gaziantep, 27310, Türkiye
ORCID: 0000-0002-0575-8131
Mehmet SÖNMEZ
Gaziantep Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Kimya, Gaziantep, 27310, Türkiye
ORCID: 0000-0003-3127-666X

ÖZET

Pincer ligandları, bir merkezi metal atomuna aynı düzlemde tridentat bir ligandın meridyonel olarak koordine olduğu bileşiklerdir [1]. Pincer bileşikleri ile ilgili ilk çalışmalar Shaw, Noltels, Van Koten tarafından yapılmıştır. 1970'lerdeki çalışmalarında sentezledikleri kıskaç komplekslerine PCP adını verdiler [2]. İki siklometallenmiş halka, beş üyeli, altı üyeli veya beş ve altı üyeli halkaların hibritleri halinde olabilir ve halka genişliği bağlı olan donör gruplara bağlıdır [3]. Pincer ligandları, bu üç donör atom üzerinden gruplarına göre isimlendirilir örneğin CCC, NNN, SNS, SCS, ONO, PCP, PNP [1]. Bunların modifikasyonu ile, genellikle metal kompleksinin sterik ve elektronik özelliklerini ayarlanabilir ve hemilabilite sağlanabilir ve metal merkezin reaktivitesi ayarlanabilir [4,5]. Pincer kompleksleri, teknolojik, biyolojik ve katalitik uygulama alanlarına sahiptir. Sahip oldukları antikanser, antimikrobiyal, antibakteriyel, antifungal, antiviral, antioksidan ve antienflamatuar etkileri nedeniyle günümüzde büyük ilgi görmektedir [5]. Pincer kompleksleri, termal yönden kararlılıkları ve metal tuzlarından daha etkili olmaları sebebiyle, Sonogashira, Heck-Mizoroki, Suzuki-Miyaura (SM) eşleşme reaksiyonları gibi pek çok katalitik uygulamada yaygın olarak kullanılmaktadırlar [5]. Bu çalışmada, 2,6-Piridindikarbonildiklorür ve 2-Bromotiyofenol kullanılarak SNS ligandı sentezlendi. Bu SNS ligandının Pd(II), Fe(II), Co(II) komplekslerinin sentezi gerçekleştirildi. Elde edilen ligandın ve komplekslerin; FTIR, UV-Vis, Elementel Analiz ve NMR gibi çeşitli yöntemlerle, fiziksel özellikleri ve yapısı aydınlatıldı.



Şekil 1. Sentezlenen SNS ligandından oluşturulan komplekslerin sentez şeması.

Anahtar Kelimeler: Pincer Kompleks, SNS Pincer Ligand.

TEŞEKKÜR

Gaziantep Üniversitesi **FEF.YLT.25.01** nolu BAP projesine teşekkür ederim.

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF NEWLY SUBSTITUTIONED PYRIDINE RING-DRIVEN SNS-TYPE PINCER LIGAND AND METAL COMPLEXES

ABSTRACT

Pincer ligands are compounds in which a tridentate ligand is meridionally coordinated to a central metal atom in the same plane [1]. The first studies on Pincer compounds were carried out by Shaw, Noltels, and Van Koten. In their work in the 1970s, they named the pincer complexes they synthesized PCP [2]. The two cyclometalized rings can be five-membered, six-membered, or hybrids of five and six-membered rings, and the ring width depends on the donor groups to which they are attached [3]. Pincer ligands are named according to their groups via these three donor atoms, e.g., CCC, NNN, SNS, SCS, ONO, PCP, PNP [1]. By modifying these, the steric and electronic properties of the metal complex can be adjusted, hemilability can be achieved, and the reactivity of the metal center can be adjusted [4,5]. Pincer complexes have technological, biological, and catalytic application areas. They are currently attracting great interest due to their anticancer, antimicrobial, antibacterial, antifungal, antiviral, antioxidant, and anti-inflammatory effects [5]. Pincer complexes are widely used in many catalytic applications such as Sonogashira, Heck-Mizoroki, and Suzuki-Miyaura (SM) coupling reactions because of their thermal stability and their effectiveness compared to metal salts [5]. In this study, an SNS ligand was synthesized using 2,6-Pyridinedicarbonyldichloride and 2-Bromethiophenol. The synthesis of Pd(II), Fe(II), and Co(II) complexes of this SNS ligand was carried out. The obtained ligand and complexes; Its physical properties and structure were elucidated using various methods such as FTIR, UV-Vis, elemental analysis, and NMR.

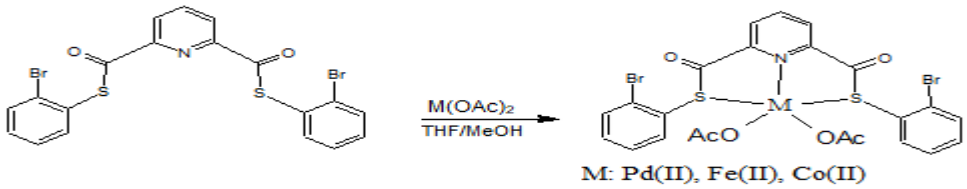


Figure 1. Synthesis scheme of complexes formed from the synthesized SNS ligand.

Keywords: Pincer Complex, SNS Pincer Ligand.

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to thank Gaziantep University for their BAP project number FEF.YLT.25.01.

Kaynaklar

[1] Younus, H. A., Ahmad, N., Su, W., & Verpoort, F. (2014). *Coordination Chemistry Reviews*, *276*, 112-152.

[2] Moulton, C. J., Shaw, B.L. (1976). *Journal of the Chemical Society*, Dalton Trans. 11, 1020-1024.

[3] Alesso, G., Cinellu, M. A., Stoccoro, S., Zucca, A., Minghetti, G., Manassero, C., ... & Ghosh, M. K. (2010). *Dalton Transactions*, 39(42), 10293-10304.

[4] Coburger, P., Buzanich, A. G., Emmerling, F., & Abbenseth, J. (2024). *Chemical science*, *15*(16), 6036-6043.

[5] Sogukomerogullari, H. G., Zirek, A. G., Aytar, E., Köse, M., & Sönmez, M. (2022). *Journal of Molecular Structure*, 1263, 133074.

KADINLARA ZORUNLU ASKERLİK UYGULAMASINA FARKLI ÜLKELERİN POLİTİK BAKIŞ AÇISI

Fatma AĞ
Gaziantep University, Institute of Education, Department of Physics, 27310 Şehitkamil, Gaziantep
ORCID: 0009-0000-8406-6047
Prof. Dr. Bülent ALAGÖZ
Gaziantep Üniversitesi
ORCID: 0000-0001-9158-0036

ÖZET

Bu bildiri, kadınlara zorunlu askerlik uygulamasının demokrasi üzerindeki yansımalarını, toplumsal cinsiyet eşitliğini ve yurttaşlık anlayışını incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışma zorunlu askerlik uygulamasının tarihsel olarak erkek nüfusuyla özdeşleşmiş yapısını sorgulayarak, kadınların da bu zorunluluğa tâbi tutulmasının demokratik eşitlik açısından nasıl bir anlam taşıdığı sorusuna yanıt aramaktadır. Araştırma, nitel yöntem temelinde yürütülmüş olup sözkonusu makaleler doküman analizi yoluyla çözümlenmiştir. Bu kapsamda; İsrail, Türkiye, Avusturya, Amerika Birleşik Devletleri ve İskandinav ülkelerinin anayasal politikaları incelenerek , kadınlara zorunlu askerlik ve demokrasi tartışmaları temelinde uygulamasının toplumsal cinsiyet politikalarıyla ilişkisi analiz edilmiştir. İncelenen çalışmalar, zorunlu askerliğin sadece bir savunma politikası değil, aynı zamanda devletin yurttaşlarından beklentilerini yeniden şekillendiren siyasal ve ideolojik bir mekanizma olduğunu ortaya koymaktadır. Elde edilen bulgular, kadınlara zorunlu askerlik getirilmesinin biçimsel eşitlik söylemiyle gerekçelendirilmesine rağmen, pratikte demokrasi açısından çelişkiler barındırdığını göstermektedir. Zorunlu askerlik, bireysel özgürlükleri sınırlayan yapısı nedeniyle demokratik toplumlarda giderek tartışmalı hale gelmekte; kadınların bu sisteme dâhil edilmesi ise eşit yurttaşlık idealini güçlendirmekten ziyade, militarist yurttaşlık anlayışının cinsiyetler arası yaygınlaşmasına yol açabilmektedir. Bildiri, kadınlara zorunlu askerliğin demokrasiyle ilişkisinin yalnızca eşitlik temelinde değil; özgürlük, gönüllülük, sivil denetim ve çoğulcu yurttaşlık ilkeleri çerçevesinde değerlendirilmesi gerektiğini savunmaktadır. Bu bağlamda çalışma, demokratik rejimlerde zorunlu askerlik uygulamalarının yeniden düşünülmesi ve toplumsal cinsiyet eşitliğinin militarizyon yerine sivil haklar üzerinden güçlendirilmesi gerektiğini ileri sürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Zorunlu Askerlik, Demokrasi, Cinsiyet Eşitliği

DIFFERENT COUNTRIES' POLITICAL PERSPECTIVES ON COMPULSORY MILITARY SERVICE FOR WOMEN

ABSTRACT

This paper aims to examine the implications of compulsory military service for women on democracy, gender equality, and the concept of citizenship. By questioning the historical association of compulsory military service with the male population, the study seeks to answer the question of what the inclusion of women in this obligation means in terms of democratic equality. The research was conducted using qualitative methods, and the articles in question were analyzed through document analysis. In this context, the constitutional policies of Israel, Turkey, Austria, the United States, and the Scandinavian countries were examined, and the relationship between compulsory military service for women and gender politics was analyzed within the framework of democracy debates. The studies examined reveal that compulsory military service is not only a defense policy but also a political and ideological mechanism that reshapes the state's expectations of its citizens. The findings show that although the introduction of compulsory military service for women is justified by the discourse of formal equality, it contains practical contradictions in terms of democracy. Compulsory military service is becoming increasingly controversial in democratic societies due to its structure that restricts individual freedoms; and the inclusion of women in this system, rather than strengthening the ideal of equal citizenship, may lead to the spread of a militaristic understanding of citizenship between genders. The statement argues that the relationship between compulsory military service for women and democracy should be evaluated not only on the basis of equality, but also within the framework of principles of freedom, voluntarism, civilian oversight, and pluralistic citizenship. In this context, the study suggests that compulsory military service practices in democratic regimes should be rethought and that gender equality should be strengthened through civil rights rather than militarization.

Keywords: Compulsory military service, Democracy, Gender Equality

COMPARATIVE INVESTIGATION OF THE GAMMA-RAY ATTENUATION PROPERTIES OF LEAD-CONTAINING GALENA (PbS) AND ALTAITE (PbTe) MINERALS

Büşra AVDAN DURAK
Istanbul University, Institute of Science, Department of Physics, 34134 Fatih, İstanbul
ORCID ID: 0009-0007-2923-9401
Dr. Öğr. Üyesi MEHTAP YALÇINKAYA
Istanbul University, Faculty of Science, Department of Physics, 34134 Fatih İstanbul
ORCID ID: 0000-0002-1133-3308

ABSTRACT

Gamma radiation, due to its high energy, causes serious detrimental effects on biological tissues and technological systems. The most effective method for mitigating these effects is nuclear shielding using materials suitable for radiation protection. Nuclear shielding is based on the principle of reducing the intensity of nuclear radiation by absorbing it within the shielding material. Therefore, the development of radiation shielding materials is of great importance in many fields, including nuclear energy, medicine, and space technologies.

The search for new alternative shielding materials that are cheaper, lighter, environmentally and biologically safe, and easy to process has attracted increasing attention. Consequently, extensive research has been conducted on the attenuation capacities of various materials, including oxide glasses, polymers, solid, liquid, and stone-based materials, as well as alloys. Natural minerals in stone form represent an innovative option due to their easy availability, low cost, ease of processing, and favorable natural properties.

In this study, the gamma-ray attenuation properties of the lead-containing natural minerals Galena (PbS) and Altaite (PbTe) are comparatively investigated. For this purpose, key gamma-ray attenuation parameters—namely the linear attenuation coefficient (LAC), mass attenuation coefficient (MAC), half-value layer (HVL), and tenth-value layer (TVL)—are calculated, and the results are comparatively evaluated.

Keywords: Gamma-ray attenuation, LAC, MAC, HVL, TVL

KURŞUN İÇERİKLİ GALENA (PbS) VE ALTAİTE (PbTe) MİNERALLERİNİN GAMA RADYASYONUNU ZAYIFLATMA ÖZELLİKLERİNİN KARŞILAŞTIRMALI İNCELENMESİ

ÖZET

Gama radyasyonu, yüksek enerjisi nedeniyle biyolojik dokular ve teknolojik sistemler üzerinde ciddi zararlı etkilere yol açmaktadır. Bu etkileri azaltmanın en etkin yöntemi, radyasyona karşı uygun malzemelerle yapılan nükleer zırhlamadır. Nükleer zırhlama, malzemenin maruz kaldığı nükleer radyasyonu soğurarak şiddetini azaltması esasına dayanır. Bu nedenle radyasyon

zırhlama malzemelerinin geliştirilmesi, nükleer enerji, tıp ve uzay teknolojileri gibi birçok alanda önem taşımaktadır. Zırhlama için daha ucuz, hafif, çevreye ve insana zarar vermeyen, kolay işlenebilir yeni tür alternatif malzeme arayışı dikkat çekmektedir. Bu nedenle oksit camların, polimerlerin, katı, sıvı, taş formundaki farklı malzemelerin ve alaşımların zayıflatma kapasiteleri üzerine yoğun araştırmalar yapılmaktadır. Doğal taş formundaki mineraller kolay bulunabilirliği, ucuz maliyeti, kolay işlenebilir olması ve organik özellikleriyle yenilikçi bir seçenektir. Bu çalışmada, kurşun içerikli Galena (PbS) ve Altaite (PbTe) doğal minerallerin gama radyasyonunu zayıflatma özellikleri karşılaştırmalı olarak incelenecektir. Bu amaçla, gama radyasyonu zayıflatmasının önemli parametreleri olan lineer (LAC) ve kütlesel (MAC) zayıflatma katsayıları, HVL (Yarı değer katman) ve TVL (Onda bir değer katman), hesaplanacak ve sonuçlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilecektir.

Anahtar kelimeler: Gama zayıflatma, LAC, MAC, HVL, TVL

1. INTRODUCTION

Living organisms are continuously exposed to ionizing radiation originating from both natural background sources and artificial applications (AbuAlRoos et al., 2019). In addition to cosmic rays and naturally occurring radionuclides, ionizing radiation is extensively used in medicine (diagnostic imaging and radiotherapy), industry (non-destructive testing, irradiation technologies), nuclear energy systems, space technologies, and scientific research laboratories (More et al., 2021). Among ionizing radiation types, gamma rays occupy the highest energy region of the electromagnetic spectrum and exhibit very high penetration capability. This characteristic makes gamma radiation particularly hazardous and necessitates the use of effective shielding materials to reduce radiation exposure to acceptable levels (Shamsan et al., 2018).

Traditionally, materials with high atomic numbers such as lead and heavy concrete have been widely employed for gamma-ray shielding applications (Kaur et al., 2017). However, the toxicity, excessive weight, environmental concerns, and handling difficulties associated with lead-based shielding materials have motivated researchers to investigate alternative, environmentally friendly, cost-effective, and naturally abundant materials (AbuAlRoos et al., 2019; More et al., 2021.

In recent years, extensive research has focused on the gamma-ray attenuation properties of oxide glasses, polymers, alloys, composites, concretes, and natural stones and minerals. (Kaur et al., 2016; Shamsan et al., 2018; Şakar et al., 2020)

Natural minerals in stone or crystalline form offer several advantages as radiation shielding materials, including natural abundance, low cost, ease of processing, and reduced environmental impact (Gupta and Sidhu, 2014. Especially minerals containing high-Z elements are considered promising candidates for gamma-ray shielding applications. In this context, lead-containing natural minerals such as Galena (PbS) and Altaite (PbTe) attract particular attention due to their relatively high densities and heavy elemental compositions.

The radiation shielding capability of materials is quantitatively assessed using several key gamma-ray attenuation parameters, including the linear attenuation coefficient (LAC), mass attenuation coefficient (MAC), half-value layer (HVL), and tenth-value layer (TVL) (Taqi and Khalil, 2017). These parameters provide comprehensive information about the interaction of gamma photons with matter and allow a direct comparison of shielding efficiencies among different materials.

In recent years, computer-based simulation tools have become widely used to evaluate radiation shielding properties in a reliable and cost-effective manner. Among these tools, the Phy-X/PSD software is a well-established online platform that enables the calculation of gamma-ray shielding parameters by considering the elemental composition, density, and photon energy range of materials. Phy-X/PSD has been extensively validated and is commonly used for theoretical investigations of radiation shielding performance (Şakar et al., 2020)..

In this study, the gamma-ray shielding performances of lead-containing natural minerals Galena (PbS) and Altaite (PbTe) were systematically and comparatively investigated using the Phy-X/PSD software. The linear attenuation coefficient (LAC), mass attenuation coefficient (MAC), half-value layer (HVL), and tenth-value layer (TVL) were calculated over a broad photon energy range of 15–15000 keV. The obtained results were evaluated by dividing the energy range into low, intermediate, and high photon energy regions in order to elucidate the dominant interaction mechanisms and to determine the suitability of these minerals for gamma-ray shielding applications.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Material Properties

Galena (PbS) and Altaite (PbTe) were considered as homogeneous, pure, and isotropic solid materials in the calculations. Their chemical compositions and density values were obtained from the literature and mineralogical databases (Webmineral Database, 2025; Mindat Database, 2025). . Table 1 presents the chemical composition of the minerals used in this study, the weight fractions of the constituent atoms forming the compounds, and their densities (the density

values calculated and reported in the literature were taken as reference).

Table 1. Chemical composition (%) and densities of the minerals

Mineral	**Galena**	**Altaite**
Chemical Formu	PbS	PbTe
Density (gr/cm^3)	7,60	8,164
Pb (%)	86,60	62,58
S (%)	13,40	----
Te (%)	----	37,42

2.2. Theoretical Background and Calculations

Gamma-ray attenuation in matter is described by the Beer–Lambert law:

$$I = I_0\, e^{-\mu x} \tag{1}$$

where I_0 and I represent the incident and transmitted photon intensities, x is the absorber thickness, and μ is the linear attenuation coefficient (LAC).

The linear attenuation coefficient is given by:

$$\text{LAC}\ (\mu): \ \ln\left(\frac{I}{I_0}\right) = -\mu x \quad (\text{cm}^{\square 1}) \tag{2}$$

The mass attenuation coefficient (MAC) is defined as:

$$\text{MAC}\ (\mu_m): \ \mu_m = \frac{\mu}{\rho} \quad (\text{cm}^2/\text{gr}) \tag{3}$$

where ρ is the density of the material. The half-value layer (HVL) and tenth-value layer (TVL) are calculated as:

$$\text{HVL} = \frac{\ln(1/2)}{\mu} \quad (\text{cm}), \ \text{TVL} = \frac{\ln(10)}{\mu} \quad (\text{cm}) \tag{4}$$

All shielding parameters were calculated for photon energies between 15 and 15000 keV using the Phy-X/PSD software, taking into account the weight fractions of constituent elements.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The gamma-ray attenuation parameters of Galena (PbS) and Altaite (PbTe) were evaluated for low (15–100 keV), intermediate (100–1000 keV), and high (1000–15000 keV) photon energy regions. Figure 1 shows the variation of the linear attenuation coefficient (LAC), Figure 2 presents the mass attenuation coefficient (MAC), Figure 3 illustrates the tenth-value layer (TVL), and Figure 4 depicts the half-value layer (HVL) as a function of photon energy.

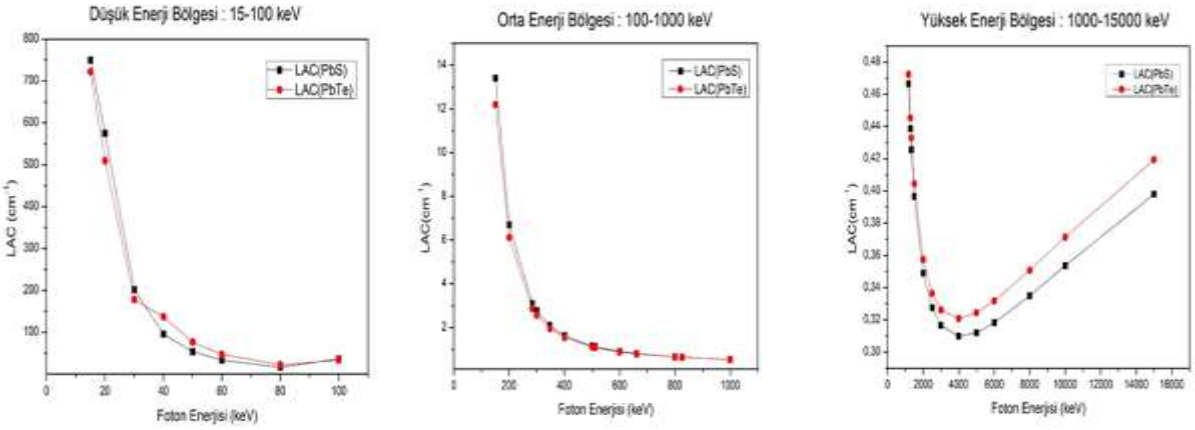


Figure 1. Linear attenuation coefficients (LAC) as a function of photon energy

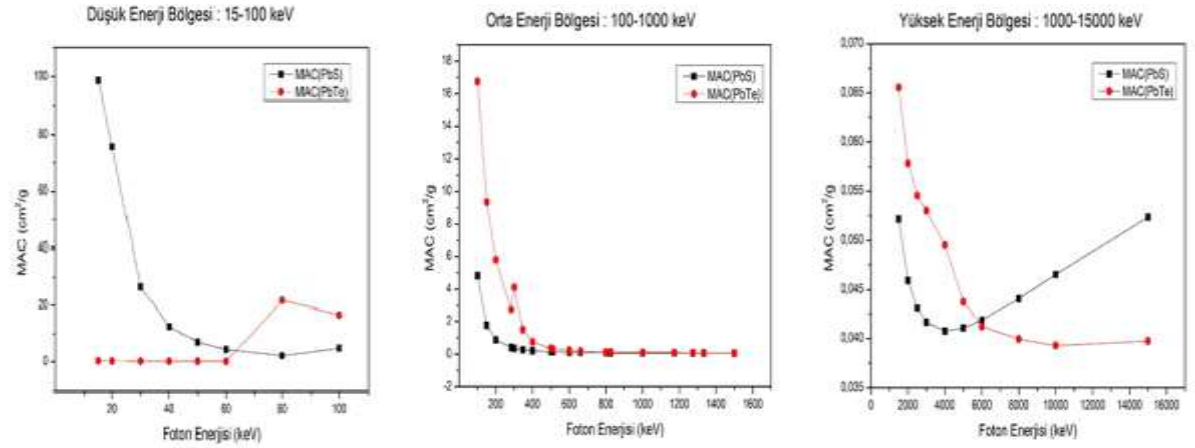


Figure 2. Mass attenuation coefficients (MAC) as a function of photon energy

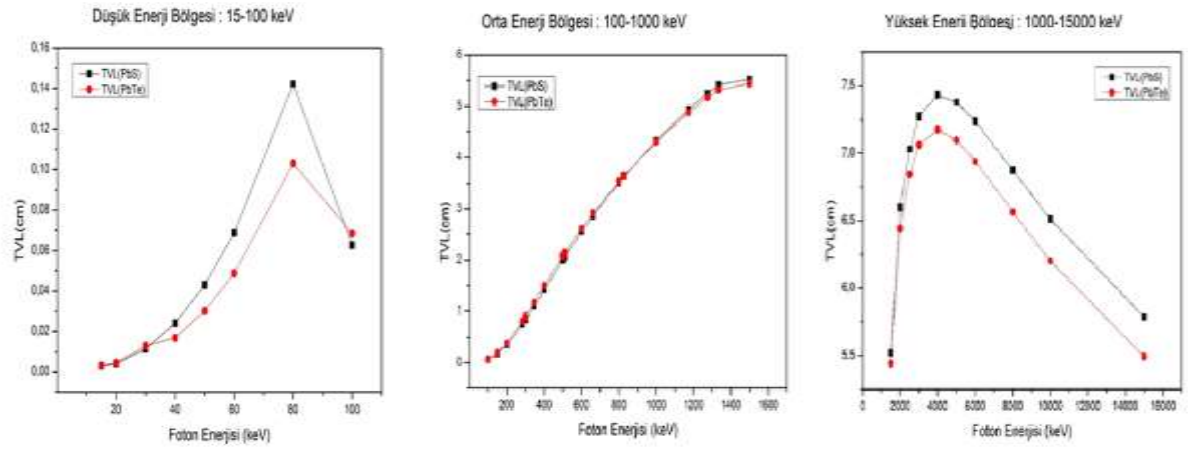


Figure 3. TVL as a function of photon energy

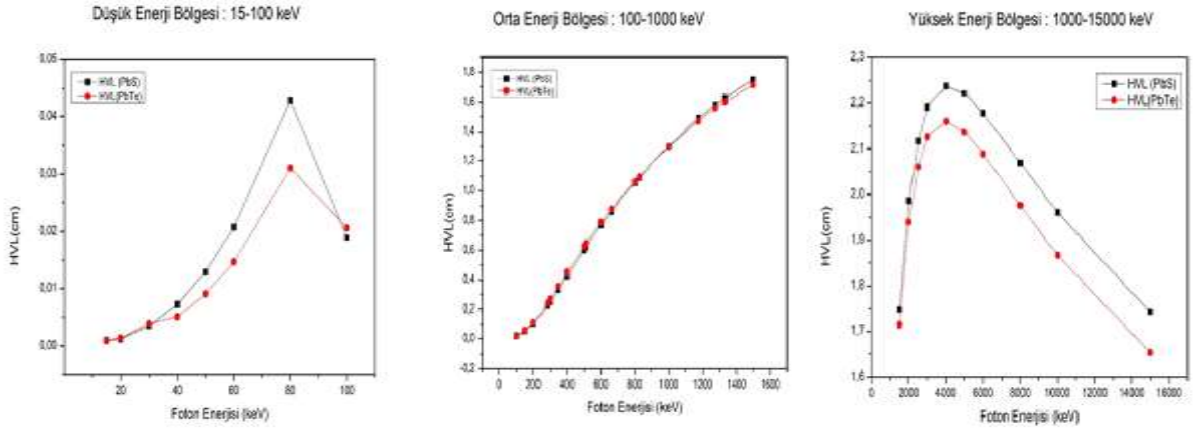


Figure 4. HVL as a function of photon energy

In the low-energy region, where the photoelectric effect dominates, Galena exhibited higher LAC and MAC values and lower HVL and TVL values compared to Altaite. This indicates superior shielding performance of Galena against low-energy gamma photons. A noticeable increase in attenuation coefficients was observed around 80–90 keV due to the K-absorption edge of lead.

In the intermediate-energy region dominated by Compton scattering, both minerals showed decreasing attenuation coefficients and increasing HVL and TVL values with increasing photon energy. Galena generally maintained slightly better shielding efficiency than Altaite in this region.

In the high-energy region, where pair production becomes significant, Altaite demonstrated lower HVL and TVL values than Galena, indicating more effective shielding at high photon energies. The higher density and the contribution of tellurium play a key role in this behavior.

4. Conclusions

In this study, the gamma-ray attenuation properties of lead-containing natural minerals Galena (PbS) and Altaite (PbTe) were comparatively investigated over a wide photon energy range of 15–15000 keV. The results reveal that Galena is more effective for shielding low- and medium-energy gamma radiation, while Altaite provides superior protection against high-energy gamma photons.

These findings suggest that Galena and Altaite can be considered as potential natural alternatives or complementary materials to conventional lead shielding, depending on the energy range of the radiation. The results also highlight the significant potential of natural mineral-based materials in radiation shielding applications.

REFERENCES

AbuAlRoos NJ, et al. (2019). Conventional and new lead-free radiation shielding materials for radiation protection in nuclear medicine: A review. Radiation Physics and Chemistry, 165, 108439.
Gupta S, Sidhu GS. (2014). Gamma-ray absorption studies of garnet series of gemstones from 1 keV to 100 GeV: Theoretical calculation. IOSR Journal of Engineering, 4(2), 1–6.
Kaur T, Sharma J, Singh T. (2017). Thickness optimization of Sn–Pb alloys for experimentally measuring mass attenuation coefficients. Nuclear Energy and Technology, 3, 1–5.
Kaur P, Singh D, Singh T. (2016). Heavy metal oxide glasses as gamma-ray shielding materials. Nuclear Engineering and Design, 307, 364–376.
More CV, et al. (2021). Polymeric composite materials for radiation shielding: A review. Environmental Chemistry Letters, 19(3), 2057–2090.
Şakar E, Özpolat ÖF, Alım B, Sayyed MI, Kurudirek M. (2020). Investigation on radiation shielding properties of some alloys using Phy-X/PSD software. Radiation Physics and Chemistry, 166, 108496.
Shamsan S, et al. (2018). Attenuation coefficients and exposure buildup factor of some rocks for gamma-ray shielding applications. Radiation Physics and Chemistry, 148, 86–94.
Taqi AH, Khalil HJ. (2017). Experimental and theoretical investigation of gamma attenuation of building materials. Journal of Nuclear and Particle Physics, 7(1), 6–13.
Webmineral Database. (2025). Galena mineral data. https://webmineral.com/data/Galena.shtml (Accessed date: 17.12.2025).
Webmineral Database. (2025). Altaite mineral data. https://webmineral.com/data/Altaite.shtml (Accessed date: 17.12.2025).
Mindat Database. (2025). Galena. https://www.mindat.org/min-1641.html (Accessed date: 17.12.2025).
Mindat Database. (2025). Altaite. https://www.mindat.org/min-147.html (Accessed date: 17.12.2025).

6BA/3ABA İKİLİ KARIŞIM KOMPLEKSİNİN MEZOJENİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Zafer EKER
Batman University, Graduate Education Institute, Department of Physics, Batman
ORCID: 0009-0000-3830-6337
Mustafa OKUMUŞ
Batman University, Faculty of Art and Science, Department of Physics, Batman
ORCID: 0000-0003-0369-7686

ÖZET

Bu çalışmada, sıvı kristalik özellik gösteren 4-hekzilbenzoik asit (6BA) ile sıvı kristalik olmayan 3-aminobenzoik asit (3ABA) kimyasallarından, eşit ağırlık oranında (1:1) karıştırılarak ikili sıvı kristalik karışım kompleksi homojen olarak hazırlanmıştır. Hazırlanan sıvı kristal karışım kompleksin termal, optiksel ve mikroyapısal özellikleri incelenmiştir. Faz geçiş sıcaklıkları ve faz geçiş entalpileri Diferansiyel Taramalı Kalorimetre (DSC) kullanılarak belirlendi. DSC analizleri sürekli ısıtma ve soğutma sırasında smektik ve nematik sıvı kristalik fazlara karşılık gelen faz geçiş piklerini ortaya koymuştur. DSC ile sürekli soğutma sürecinde belirlenen faz geçiş sıcaklıklarının, ısıtma sürecinde ölçülen faz geçiş sıcaklıklarına kıyasla daha düşük olduğu tespit edildi. Mezojenik (sıvı kristalik) faz adlandırmalarını yapmak için Polarize Optik Mikroskop (POM) analizleri gerçekleştirildi ve elde edilen sonuçların DSC bulguları ile uyumlu olduğu görüldü. DSC ve POM analizleri üretilen 6BA/3ABA ikili karışım kompleksinde mezojenik Smektik C ve nematik fazlarının oluştuğunu doğruladı. 6BA/3ABA ikili karışım kompleksin FTIR analizleri, karışım bileşenlerinin molekülleri arasında komplekleşmeyi işaret eden hidrojen bağının oluştuğunu gösterdi. Ayrıca, üretilen 6BA/3ABA ikili sıvı kristalik karışım kompleksin oda sıcaklığındaki kristallografik yapısı X-ışını difraksiyonu (XRD) yöntemi ile incelendi ve XRD verilerinden karışım kompleksin moleküler dizilimlerindeki bazal mesafe değeri hesaplandı. 6BA/3ABA ikili karışım kompleksinde elde edilen bazal mesafe değerinin, kompleksin saf bileşenlerinin bazal mesafe değerleri arasında olduğu tespit edildi.

Anahtar Kelimeler: Sıvı kristal karışımlar, faz geçişleri, hidrojen bağlanma, mikroyapı

INVESTIGATION OF THE MESOGENIC PROPERTIES OF THE 6BA/3ABA BINARY MIXTURE COMPLEX

ABSTRACT

In this study, a binary liquid crystalline complex was homogeneously prepared by mixing 4-hexylbenzoic acid (6BA), which exhibits liquid crystalline properties, and 3-aminobenzoic acid (3ABA), which is not liquid crystalline, in equal weight ratios (1:1). The thermal, optical, and

microstructural properties of the prepared liquid crystalline complex were investigated. Phase transition temperatures and phase transition enthalpies were determined using Differential Scanning Calorimetry (DSC). DSC analyses revealed phase transition peaks corresponding to smectic and nematic liquid crystalline phases during continuous heating and cooling. It was found that the phase transition temperatures determined during the continuous cooling process using DSC were lower compared to the phase transition temperatures measured during the heating process. Polarized Optical Microscope (POM) analyses were performed to determine the mesogenic (liquid crystalline) phase, and the results obtained were consistent with the DSC findings. DSC and POM analyses confirmed the formation of mesogenic Smectic C and nematic phases in the produced 6BA/3ABA binary mixture complex. FTIR analysis of the 6BA/3ABA binary mixture complex showed the formation of hydrogen bonds, indicating complexation between the molecules of the mixture components. Furthermore, the crystallographic structure of the produced 6BA/3ABA binary liquid crystalline mixture complex at room temperature was investigated using X-ray diffraction (XRD), and the basal distance value in the molecular arrangements of the mixture complex was calculated from the XRD data. It was determined that the basal distance value obtained in the 6BA/3ABA binary mixture complex was between the basal distance values of the pure components of the complex.

Keywords: Liquid crystal mixtures, phase transitions, hydrogen bonding, microstruct

1. INTRODUCTION

Liquid crystals (LCs) are fascinating materials exhibiting both isotropic liquid and anisotropic solid crystal properties [1], sensitive to external electric and magnetic fields [2], and displaying mesogenic phases such as nematic, smectic, and cholesteric [3, 4]. Hydrogen-bonded liquid crystals (HBLCs) [5-7], first synthesized [8] in the 1980s, are still actively researched today due to their rich phase behavior and high thermal stability [9,10]. Because of their wide range of technological applications, liquid crystalline materials formed by intermolecular hydrogen bonds (HBs) have attracted significant attention in recent years [11-13]. HBs play a key role in promoting intermolecular complementarity, enabling the synthesized complex to behave as a single molecular entity and facilitating the formation of mesogenic phases. Mesogenic complexes formed through HBs are most commonly constructed from carboxylic acids. Researchers [14-16] have studied carboxylic acid-based HBLC systems and reported the emergence of mesogenic phases such as smectic and nematic in supermolecular structures formed by intermolecular HBs. Literature [17-19] reports that in HBLCs, not all components need to be mesogenic; non-mesogenic chemicals can also form stable nematic or smectic phases

in appropriate combinations.

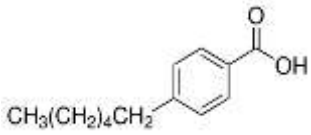
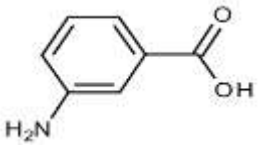
Literature reviews reveal that LC mixture systems developed based on alkylbenzoic acids have been studied in detail, whereas research on LC systems containing aminobenzoic acid remains quite limited. Aminobenzoic acids are compounds used in various fields such as cosmetics, pharmaceuticals, and materials science, capable of forming versatile hydrogen bond interactions and possessing enantiotropic dimorphic characteristics. Based on these properties, this study aims to design novel hydrogen-bonded mesogenic complexes exhibiting high thermal stability and to evaluate their potential in electro-optical imaging applications. In this context, the mesogenic behavior and microstructural properties of complex formed by mesogenic 4-hexylbenzoic acid (6BA) and non-mesogenic 3-aminobenzoic acid (3ABA) in equimass (1:1) ratios were investigated.

2. MATERIAL AND METHODS

2.1. Materials and preparation

The pure chemicals, 4-hexylbenzoic acid (6BA) and 3-aminobenzoic acid (3ABA), were purchased from Merck KGaA (Germany). The chemical structures and formulas of the materials are given in Table 1. Furthermore, since the phase transition temperatures of these chemicals were found to be consistent with literature values in experimental studies, they were not subjected to further purification. To produce the 6BA/3ABA binary mixture complex, mesogenic 6BA and non-mesogenic 3ABA chemicals were weighed in an equal mass (1:1) ratio and then placed directly into a glass tube without the use of any solvent. The glass tube was capped to protect against oxidation reactions. This glass tube was heated in an oven until the samples reached an isotropic liquid phase. During heating, the mixture was mechanically stirred for approximately 20 minutes below and above the illumination temperature until a homogeneous mixture was obtained, and then cooled again to room temperature. The heating and cooling procedure was repeated two times to ensure complete mixing of the binary systems and the formation of hydrogen bonds between the molecules.

Table 1. Chemical properties of 6BA and 3ABA.

Chemical	Structure	Formula	Molar Mass (g/mol)
6BA		$CH_3(CH_2)_5C_6H_4CO_2H$	206.28
3ABA		$H_2NC_6H_4CO_2H$	137.14

2.2. Analysis techniques

To thoroughly investigate the mesogenic properties of the prepared homogeneous mixture complex 6BA/3ABA, complementary characterization techniques were employed. Mesophase transformations, phase transition temperatures, and morphological textures were observed at different temperatures using a Leica DMLP polarizing optical microscope (POM) with a CCD camera. The formation of intermolecular hydrogen bonds, indicating the complexation state of the mixture, was investigated using an ABB MB3000 Fourier transform infrared (FTIR) spectrometer. The thermal behavior, phase-transition temperatures, and enthalpy changes of the complexes were determined using a Perkin-Elmer DSC-8000 differential scanning calorimeter (DSC). In addition, microstructural features at room temperature were analyzed using a Rigaku MiniFlex II X-ray powder diffraction (XRD) device to obtain detailed information about the crystal structure and interlayer molecular arrangement.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. DSC analysis

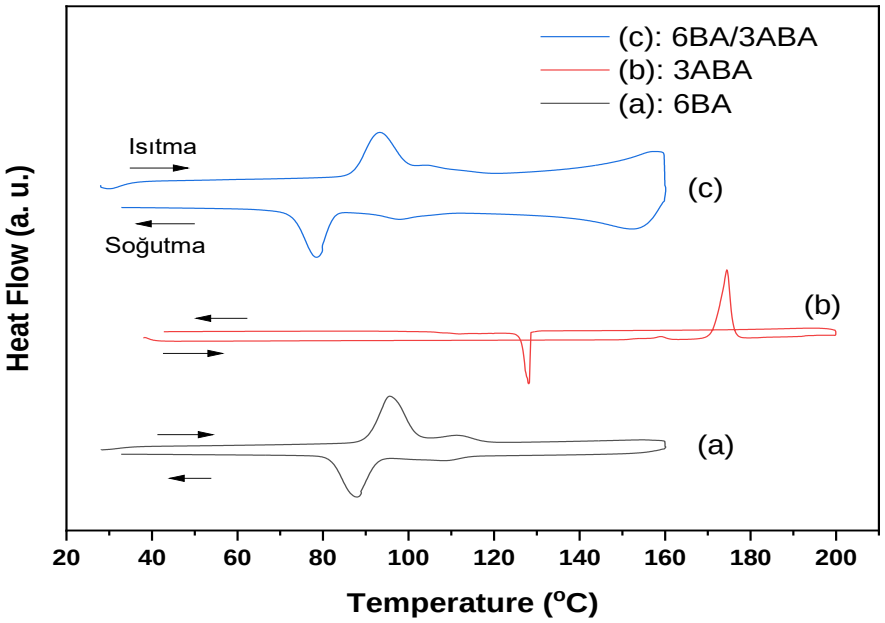


Fig. 1. DSC curves of the pure chemicals and binary mixture complex; (a): 6BA, (b): 3ABA, (c): 6BA/3ABA

Fig. 1 shows the DSC results of the binary mixture complex 6BA/3ABA, and its pure components. The sharp curves in the DSC scan indicate the high purity of the chemicals used in this study. Fig. 1a shows the phase transition reaction peaks obtained during heating and cooling of the 6BA liquid crystal. As seen in Fig.1a, two phase transition peaks are observed during the heating and cooling process. Here, the phase transition sequence is solid crystal (K)↔nematic (N)↔isotropic (I), and the phase transition temperatures during heating are 95.8 °C and 111.3 °C for the K-N and N-I transformations, respectively. During cooling, the phase transition temperatures are 109.1 °C and 88.26 °C for the I-N and N-K phase transitions, respectively. Fig. 1b shows the formation of endothermic and exothermic peaks, indicating the phase transition reactions during continuous heating and cooling of the non-mesogenic 3ABA chemical. The endothermic peak formed at 174.42 °C during heating indicates a solid-to-liquid isotropic phase transition, while the exothermic peak formed at 127.9 °C during cooling indicates a liquid-to-solid crystallization phase transition. Fig. 1c presents the DSC curves obtained during continuous heating and cooling of the prepared 6BA/3ABA binary mixture complex. As seen in Fig. 1c, three endothermic and exothermic phase transition reaction peaks were formed during both heating and cooling. This indicates that this mixture exhibits

mesogenic phases smectic C (SmC) and nematic. The formation of three peaks during both heating and cooling shows that the phase transition reactions are reversible (enantiotropic), with the phase transition sequence being K↔SmC↔N↔I. The phase transition temperatures and corresponding enthalpy changes derived from Fig. 1c are presented in Table 2. As shown in Table 2, the phase transition temperatures are denoted as T_{KC} for solid↔smectic C, T_{CN} for smectic C↔nematic, and T_{NI} for nematic (N)↔isotropic (I) transition, respectively. The phase transition enthalpy changes for K↔SmC, SmC↔N, and N↔I phase transformations are given as ΔH_{KC}, ΔH_{CN}, and ΔH_{NI}, respectively.

Table 2. Phase transition temperature (T) and phase transition enthalpy change (ΔH) values of the 6BA/3ABA binary mixture complex.

LC Mixture	Method	T_{KC} (°C)	ΔH_{KC} (J/g)	T_{CN} (°C)	ΔH_{CN} (J/g)	T_{NI} (°C)	ΔH_{NI} (J/g)	Nematic range(°C)	Mesophase range (°C)
6BA/3ABA	Heating	93.12	431.44	103.82	44.17	157.51	695.24	53.69	64.39
	Cooling	79.74	-404.18	97.92	-40.92	152.79	-658.39	54.87	73.05

As seen in Table 2, both the phase-transition temperature and the enthalpy change recorded during heating are higher than those observed during cooling. However, the nematic and mesophase temperature ranges observed during cooling are wider than those observed during heating. The nematic range, which represents the nematic phase stability, is defined as the difference between the phase-transition temperatures T_{NI} and T_{CN} (Nematic range=T_{NI}-T_{CN}). For heating process, the nematic range was calculated as 53.69 °C, whereas for cooling it increased to 54.87 °C, indicating an expansion of 1.18 °C in the nematic stability range upon cooling. Similarly, the mesophase temperature range is defined as the difference between the nematic-isotropic and crystal-smectic C transition temperatures (mesophase range=T_{NI}-T_{KC}). The mesophase range was determined to be 73.05 °C during cooling and 64.39 °C during heating. The enthalpy change is related to the peak areas observed in the DSC curves, and as seen in Fig. 1 and Table 2, the maximum enthalpy change for the nematic-isotropic phase transition during heating was calculated as 695.24 J/g.

3.2. POM analysis

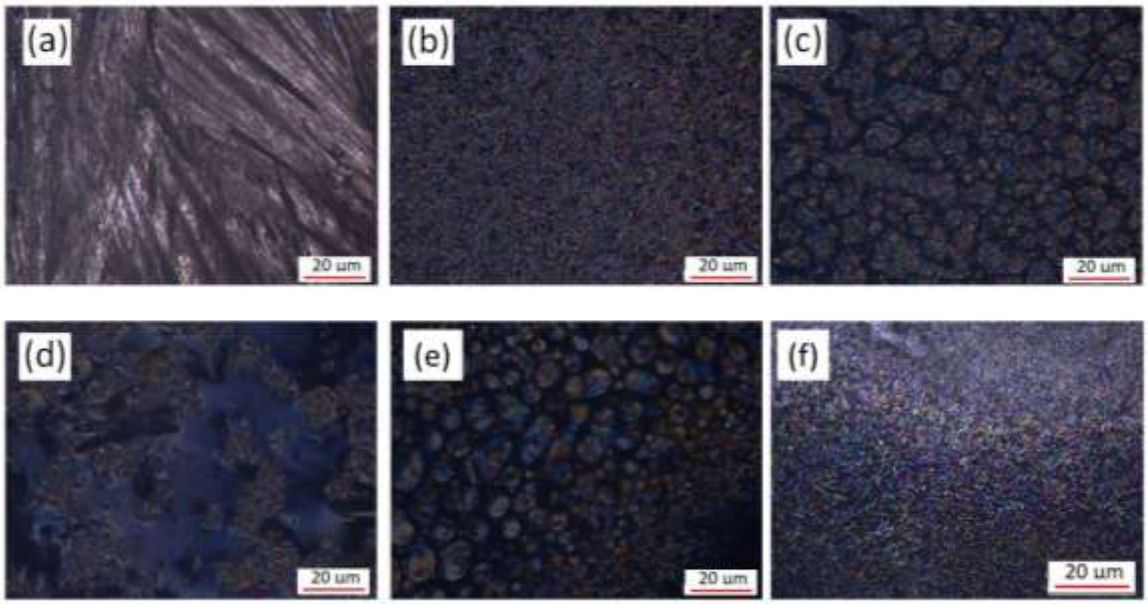


Fig. 2. POM images observed during heating and cooling of the 6BA/3ABA binary mixture complex; a): crystal, b): smectic C, c): nematic, d): nematic-isotropic phase transition, e): nematic, f): smectic C

The mesomorphic structures of the 6BA/3ABA binary mixture complex prepared at an equal mass ratio (1:1) were investigated by POM. Fig. 2 shows the morphological textures of the 6BA/3ABA binary mixture complex observed during continuous heating and cooling processes. As seen in Fig. 2, the mesophase textures of the 6BA/3ABA mixture complex exhibit crystalline (K), smectic C (SmC), nematic (N), and isotropic (I) structures during both cooling and heating. During continuous heating, the phase-transition temperature from the crystalline phase to the smectic C phase was observed at ~92 °C, the transition from the smectic C phase to the nematic phase occurred at ~103 °C, and the transition from the nematic phase to the isotropic phase was observed at ~157 °C. During continuous cooling, the transition from the isotropic phase to the nematic phase occurred at ~151 °C, followed by the nematic-to-smectic C phase transition at ~96 °C, and finally the transition from the smectic C phase to the crystalline phase at ~78 °C. Fig. 2(a) shows the crystalline phase observed at 60 °C during the heating process. Fig. 2(b) presents the smectic C phase observed at 90 °C. The nematic phase texture observed at 120 °C is shown in Fig. 2(c), while Fig. 2(d) illustrates the nematic-isotropic phase transition observed at 155 °C. During cooling process, Fig. 2(e) illustrates the nematic phase observed at 130 °C, and Fig. 2(f) shows the smectic C phase observed at 85 °C. As a result, the prepared 6BA/3ABA binary mixture complex exhibits smectic C and nematic phases,

indicating that it possesses liquid crystalline behaviors. Furthermore, the results obtained from POM analysis are in good agreement with those obtained from DSC measurements.

3.3. FTIR analysis

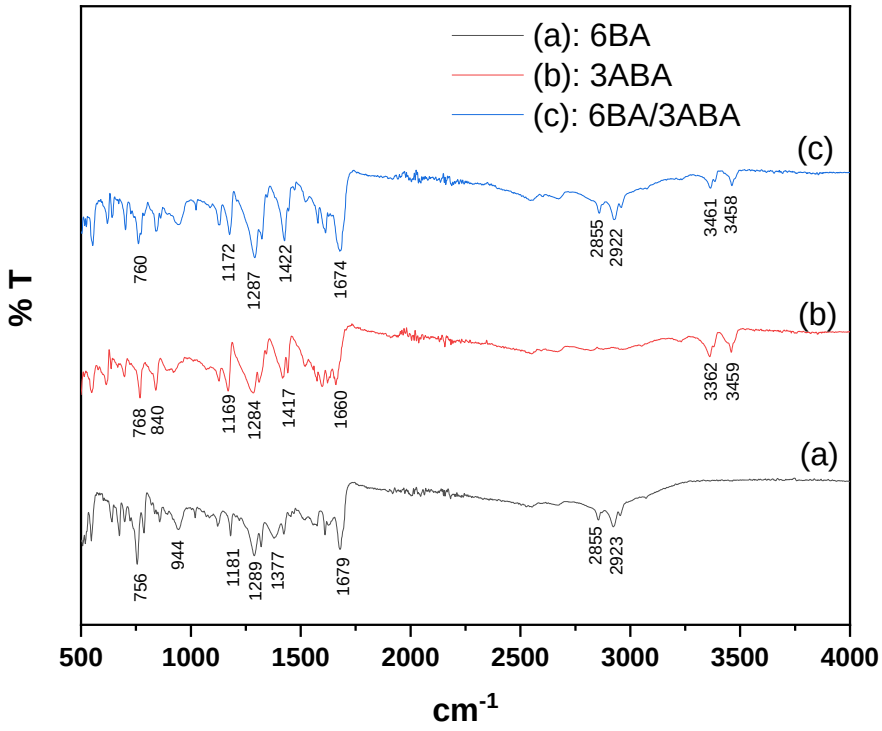


Fig. 3. FTIR spectra of the pure components and binary mixture complex; (a): 6BA, (b): 3ABA, (c): 6BA/3ABA.

Fig. 3 shows the FTIR results of the pure components 6BA and 3ABA, and the 6BA/3ABA binary mixture complex. The spectra were obtained in the solid-state at an ambient temperature of approximately 25 °C using potassium bromide (KBr) as a reference. In the 6BA spectrum in Fig. 3a, characteristic peaks corresponding to the C=O stretching vibrations at 1679 cm^{-1} and the O–H stretching vibrations at 2923 cm^{-1} are observed. The peaks observed at 1181 and 1289 cm^{-1} in 6BA are shifted to 1172 and 1287 cm^{-1}, respectively, in the 6BA/3ABA binary mixture spectrum given in Fig. 3c. Similarly, the peaks observed at 2855 and 2923 cm^{-1} in 6BA appear at 2856 and 2922 cm^{-1} in the binary mixture. In the FTIR spectrum of the 3ABA given in Fig. 3b, the stretching band observed at 3362 cm^{-1} and 3459 cm^{-1} are assigned to the N-H stretching vibrations. The peaks observed at 768 and 840 cm^{-1} represent the C–H stretching of the benzene ring. On the other hand, the peaks observed at 3362 and 3459 cm^{-1} in 3ABA are found at 3461 and 3458 cm^{-1} in the 6BA/3ABA mixture. Furthermore, the peaks observed at 1600 cm^{-1} (C=C

stretching vibrations) for 3ABA and 1679 cm^{-1} (C=O stretching vibrations) for 6BA converge at 1674 cm^{-1} in the binary mixture spectrum. When comparing the FTIR spectra of pure 6BA, 3ABA, and the 6BA/3ABA binary mixture, it is observed that the peaks of characteristic bonds are preserved, but some peak shifts and new interactions emerge. This indicates that intramolecular bond structures are preserved in the 6BA/3ABA binary mixture, and the peak shifts and new peak formations show the formation of intermolecular hydrogen bonds.

3.4. XRD analysis

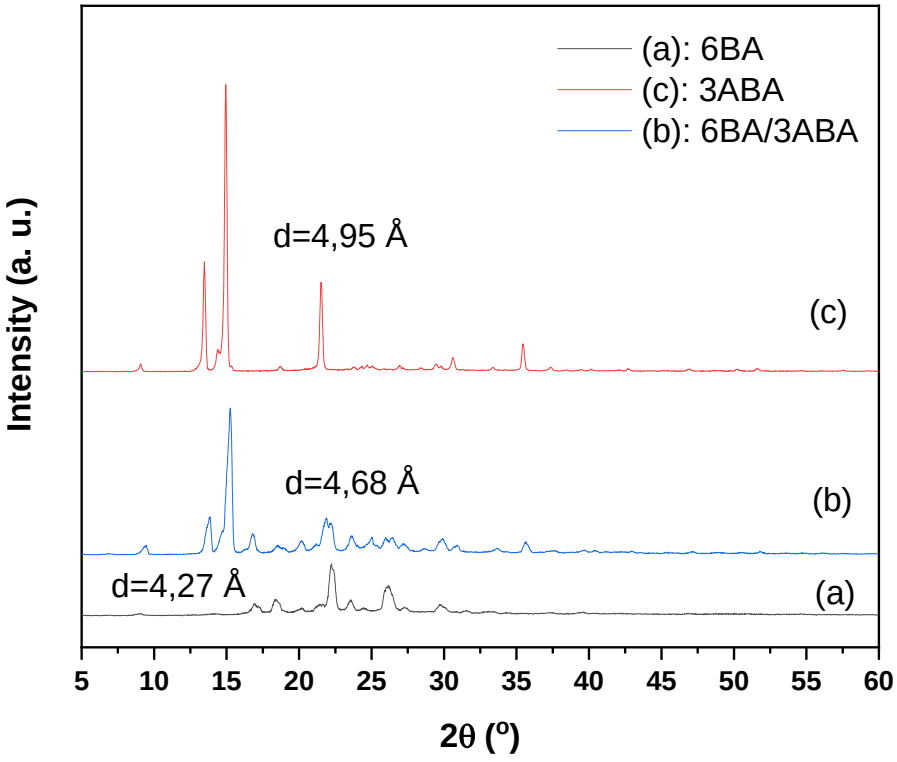


Fig. 4. XRD patterns of the pure components 6BA and 3ABA, and binary mixture complex 6BA/3ABA.

XRD studies were conducted to obtain information about the microstructural properties of the produced liquid crystalline mixture complex. The XRD patterns of pure 6BA and 3ABA chemicals, and the 6BA/3ABA binary mixture are shown in Fig. 4. XRD patterns were recorded in the crystal phase of all samples and at ambient temperature (~23°C). As seen in Fig. 4, the sharp peaks that appear in the XRD analysis indicate that the molecules of the pure samples and the prepared binary mixture sample have a regular arrangement, which is a characteristic feature of the crystal structure. Using the parameter d-spacing obtained for each peak in the XRD

patterns, the average basal distance (d), which represents the distance between successive crystal planes within the crystal structure, was calculated for each samples. The calculated d-values for each sample are given in Fig. 4. As seen in Fig. 4, the average basal distances of the pure components 6BA, 3ABA, and the binary mixture complex 6BA/3ABA are 4.27 Å, 4.95 Å, and 4.68 Å, respectively. These results suggest that the d-value of the 6BA/3ABA binary mixture complex is between the d-values of the pure components. This suggests that the prepared mixture complex is more loosely packed in its molecular layer arrangement compared to mesogenic 6BA, but more ordered and stable compared to non-mesogenic 3ABA.

CONCLUSIONS

A liquid crystalline 6BA/3ABA binary mixture complex was successfully produced from pure mesogenic 4-hexylbenzoic acid (6BA) and 3-aminobenzoic acid (3ABA) in an equal mass ratio. To investigate the mesogenic properties of the produced 6BA/3ABA complex, DSC, POM, FTIR, and XRD analyses were performed. DSC results show that pure 6BA exhibits enantiotropic nematic behavior, while 3ABA is non-mesogenic with a direct solid–isotropic transition. The 6BA/3ABA binary mixture displayed reversible K↔SmC↔N↔I phase transitions, confirming the formation of induced smectic C and nematic mesophases. The heating process exhibited higher transition temperatures and enthalpy values, whereas the cooling process yielded wider nematic and mesophase ranges. The increased nematic and mesophase stability during cooling indicates enhanced phase persistence, with the highest enthalpy observed at the nematic–isotropic transition. POM analysis confirmed that the 6BA/3ABA binary mixture exhibits crystalline, smectic C, nematic, and isotropic phases during heating and cooling. The observed phase transitions and mesophase textures were consistent with the DSC results, demonstrating that the mixture exhibits stable liquid crystalline behavior. FTIR analysis revealed that the characteristic functional groups of 6BA and 3ABA were conserved in the binary mixture, while peak shifts and the formation of new peaks in the 6BA/3ABA binary complex compared to the pure components indicated the formation of intermolecular hydrogen bonds. XRD analysis showed that the 6BA/3ABA binary mixture has a crystalline structure with an average basal spacing between those of the pure components. This indicates that the mixture has a molecular packing looser than 6BA but more ordered than 3ABA, reflecting a stable intermediate crystal structure.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors gratefully thank Batman University Scientific Research Projects Coordination (Project No: BTÜBAP-2022-YL-014) for the financial support.

REFERENCES

[1] Gray, G. W. (1987). *Thermotropic liquid crystals*. John Wiley & Sons.

[2] Derbali, M., Soltani, T., Guesmi, A., Hamadi, N. B., Jeanneau, E., & Chevalier, Y. (2022). Synthesis, thermal, dielectric and electro-optic properties of a new series of fluorinated hydrogen-bonded liquid crystals. *Journal of Molecular Liquids, 367*, 120510.

[3] Okumuş, M. (2018). Synthesis and characterization of hydrogen bonded liquid crystal complexes by 4-octyloxy benzoic acid and some dicarboxylic acids. *Journal of Molecular Liquids, 266*, 529–534.

[4] Arakawa, Y., Sasaki, Y., & Tsuji, H. (2019). Supramolecular hydrogen-bonded liquid crystals based on 4-n-alkylthiobenzoic acids and 4,4′-bipyridine: Their mesomorphic behavior with comparative study including alkyl and alkoxy counterparts. *Journal of Molecular Liquids, 280*, 153–159.

[5] Rajanandkumar, R., Pongali Sathya Prabu, N., & Madhu Mohan, M. L. N. (2016). Investigations on hydrogen-bonded liquid crystals formed by P–N alkyl benzoic acids and dodecane dicarboxylic acids. *Molecular Crystals and Liquid Crystals, 626*, 193–206.

[6] Fouzai, M., Hamdi, R., Ghrab, S., Soltani, T., Ionescu, A., & Othman, T. (2018). Properties of binary mixtures derived from hydrogen bonded liquid crystals. *Journal of Molecular Liquids, 249*, 1279–1286.

[7] Kato, T., Kihara, H., Yu, T., Ujiie, S., Iimura, K., Fréchet, J. M. J., & Kumar, U. (1993). Hydrogen-bonded ferroelectric liquid-crystalline complexes based on a chiral benzoic acid and stilbazoles: Induction of chiral smectic C phases by molecular self-assembly. *Ferroelectrics, 148*, 161–167.

[8] Kato, T., & Fréchet, J. M. J. (1989). Stabilization of a liquid-crystalline phase through noncovalent interaction with a polymer side chain. *Macromolecules, 22*, 3818–3819.

[9] Fouzai, M., Dieudonné-George, P., Guesmi, A., Hamadi, N. B., Arfaoui, Y., Soltani, T., & Chevalier, Y. (2023). Polar nematic phase in short-chained fluorinated hydrogen-bonded liquid crystals. *Journal of Molecular Liquids, 375*, 121307.

[10] Okumuş, M., & Dindar, S. (2023). Thermal and mesomorphic properties of 8OBA/nABA (n = 3, 4) hydrogen bonded liquid crystalline complexes. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 148*, 11577–11587.

[11] Okumuş, M., & Eskalen, H. (2024). Study of mesomorphic, thermal and optical properties of 4-pentylbenzoic acid (5BA) and 4-n-alkyl-4′-cyanobiphenyl (nCB; n = 5, 6) supramolecular hydrogen bonded mesogenic complexes. *Journal of Molecular Liquids, 411*, 125740.

[12] Balasubramanian, V., Joseph, G. P., Sundaram, S., Chakravarty, S., & Vijayakumar, V. N. (2025). Synergistic investigation of binary hydrogen bond liquid crystal complex: Experimental and theoretical (DFT) perspectives of smectic molecular ordering via molecular dynamics. *Brazilian Journal of Physics, 55*, 7.

[13] Chandrasekar, G., & Pongali Sathya Prabu, N. (2025). Exploring the effect of optical and thermal stimuli impinged on hydrogen bond liquid crystalline soft materials. *Journal of Molecular Liquids, 427*, 127430.

[14] Sunil, D., Salam, A. A. A., Sinha, R. K., Rodrigues, L. D., Swamynathan, K., & Bhagavath, P. (2021). Mesomorphism in H-bonded binary mixtures of guanazole with nonyloxy benzoic acid. *Journal of Molecular Liquids, 335*, 116202.

[15] Sonali, M. K., Sinha, R. K., Kulkarni, S. D., & Bhagavath, P. (2024). The plinths of hydrogen bonding in liquid crystals: Carboxylic acids as proton donors to emphasize hydrogen bonding in liquid crystals. *Journal of Molecular Structure, 1301*, 137367.

[16] Vijayakumar, V. N., & Madhu Mohan, M. L. N. (2009). Synthesis and characterization of double hydrogen bonded ferroelectric liquid crystals exhibiting reentrant smectic ordering. *Ferroelectrics, 392*, 81–97.

[17] Chandrasekar, G., Pongali Sathya Prabu, N., & Madhu Mohan, M. L. N. (2018). Calorimetric investigations of hydrogen-bonded liquid crystal binary mixtures. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 134*, 1799–1822.

[18] Fitas, J., Jaworska-Gołąb, T., Deptuch, A., Tykarska, M., Kurp, K., Żurowska, M., & Marzec, M. (2018). Physical properties of new binary antiferroelectric liquid crystal mixtures. *Phase Transitions, 91*, 199–209.

[19] Bhagavath, P., Mahabaleshwara, S., Bhat, S. G. S., Potukuchi, D. M., Shetty, P., & Maddasani, S. (2021). Influence of polar substituents and flexible chain length on mesomorphism in non-mesogenic linear hydrogen bonded complexes. *Journal of Molecular Liquids, 336*, 116313.

PYTORCH APPLICATION ON CONDENSED MATTER PHYSICS

Buse KARAMAN
Buca Radikal Anatolian HighSchool
ORCID: 0009-0005-7938-5170
Kamile Elvin KAMBUR
Buca Radikal Anatolian HighSchool
ORCID: 0009-0009-7870-9582
Selen GÜLMÜŞ
Buca Radikal Anatolian HighSchool
ORCID: 0009-0002-5722-7719
Dr. Hamdi DAĞISTANLI
Buca Radikal Anatolian HighSchool
ORCID: 0000-0002-9845-9156

ABSTRACT

This study investigates the application of the open-source deep learning framework PyTorch to predict the electronic band structure properties in condensed matter physics, specifically focusing on Molybdenum Disulfide (MoS_2) (which makes insulator-semi-metal and metal transitions)under various strain conditions relaxed Geometry +9%,+12% and -15%. The goal is to accurately model the complex, nonlinear relationship between initial and target Valence Band Maximum (VBM) and Conduction Band Minimum (CBM) values using neural networks. The methodology employed comparative deep learning using four distinct activation functions: Rectified Linear Unit (ReLU), Leaky ReLU, Sinusoidal, and Cauchy. Initial data exploration utilizing Kernel Density Estimation (KDE) and Boxplots showed that the VBM dataset is slightly right-skewed and unimodal around 1.2, while the target-VBM data is multimodal, centered near 6.8. The CBM data, conversely, demonstrated a strongly linear and stable underlying relationship, with all four models achieving exceptional predictive accuracy
$R^2 > 0.995$.

The results indicate that while traditional activations (ReLU and LeakyReLU) performed adequately, the smooth, non-standard activations (Sinusoidal and Cauchy) provided superior predictive fidelity, particularly for the more complex VBM -- target-VBM relationship. Specifically, the Cauchy activation function achieved the highest R^2 scores for both VBM (0.98818) and CBM (0.99874) prediction. Furthermore, the loss curve analysis confirmed that the Cauchy model consistently demonstrated the lowest and most stable training and validation loss, ensuring superior generalization and numerical stability. This work highlights the critical role of physics-inspired activation function selection in achieving high-precision predictions in materials informatics.

THEORETICAL EVALUATION OF QUINOXALINE DERIVATIVES AS POTENTIAL ELECTRON DONORS IN ADVANCED ORGANIC SOLAR CELLS (OSCs)

El mostafa BENHARAF
Team of Chemical Processes and Applied Materials, Sultan Moulay Slimane University, Polydisciplinary Faculty, Beni Mellal, Morocco.
Ikram MENNAS
Team of Chemical Processes and Applied Materials, Sultan Moulay Slimane University, Polydisciplinary Faculty, Beni Mellal, Morocco.
ZIDANE Zohra
Research Laboratory in Physics and Engineering, Department of Physic, Polydisciplinary Faculty, University of Sultan Moulay Slimane, Beni-Mellal, Morocco.
Abdellah ZEROUAL
Molecular Modeling and Spectroscopy Research Team, Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, El Jadida, Morocco, El Jadida, Morocco.
Mohammed El IDRISSI
Team of Chemical Processes and Applied Materials, Sultan Moulay Slimane University, Polydisciplinary Faculty, Beni Mellal, Morocco.

ABSTRACT

This theoretical study employs DFT/TD-DFT calculations to investigate four quinoxaline-based derivatives (M1–M4) as electron donor materials for organic solar cells (OSCs). Among them, M3 emerges as the most promising candidate, characterized by the narrowest band gap, broadest absorption spectrum, and highest chemical softness—properties indicative of superior light-harvesting and charge transport. While M1 and M2 exhibit deeper HOMO levels beneficial for open-circuit voltage, their wider band gaps limit absorption efficiency. The work demonstrates that molecular design can effectively tailor quinoxaline derivatives for high-performance photovoltaic applications.

Keywords: Quinoxaline derivatives, Organic solar, TD-DFT, photovoltaic applications, Charge transport, Energy bandgap

GLUTEN SENSITIVITY VS. CELIAC DISEASE: NUTRITIONAL AND CLINICAL PERSPECTIVES

Dr. Saloni Sharma

PhD holder, Dept. of Nutrition and Dietetics, Manav Rachna International Institute of Research Studies, (Deemed to be University), Faridabad, India

Suhani Sharma

MSc. Clinical Research Student, Jamia Hamdard University (Deemed to be University), New Delhi, India

Abstract

Gluten-related disorders represent a complex spectrum of immune-mediated and non-immune reactions to gluten ingestion. Among these, Celiac Disease (CD) and Non-Celiac Gluten Sensitivity (NCGS) are two frequently confused conditions with overlapping gastrointestinal and extraintestinal symptoms but distinct pathophysiological mechanisms. Celiac disease is an autoimmune enteropathy triggered by gluten in genetically predisposed individuals carrying HLA-DQ2 or DQ8 alleles, leading to villous atrophy, malabsorption, and systemic complications. In contrast, NCGS involves innate immune activation without autoimmune markers or histological damage to the intestinal mucosa.

Clinically, both conditions present with bloating, abdominal pain, diarrhea, fatigue, and neurological complaints, yet their diagnostic profiles differ — CD is confirmed by positive serology (anti-tTG, EMA antibodies) and intestinal biopsy, whereas NCGS remains a diagnosis of exclusion. Nutritionally, both require gluten avoidance; however, unnecessary long-term gluten-free diets in individuals without confirmed celiac disease may lead to nutritional deficiencies in fiber, iron, B vitamins, and trace minerals. Emerging research emphasizes the need for personalized dietary counseling to prevent malnutrition while ensuring symptom relief. Understanding the biochemical and immunological distinctions between CD and NCGS is crucial for accurate diagnosis, patient education, and evidence-based nutritional management. Bridging these insights through clinical research can guide more precise therapeutic strategies for gluten-related disorders.

Keywords: Celiac disease, non-celiac gluten sensitivity, gluten-free diet, nutrition, autoimmune enteropathy, diagnosis

MENTAL HEALTH DISORDERS ASSOCIATED WITH CELIAC DISEASE: CLINICAL EVIDENCE AND PATHOPHYSIOLOGICAL LINKS

Dr. Saloni Sharma

PhD holder, Dept. of Nutrition and Dietetics, Manav Rachna International Institute of Research Studies, (Deemed to be University), Faridabad, India

Suhani Sharma

MSc. Clinical Research Student, Jamia Hamdard University (Deemed to be University), New Delhi, India

Abstract

Celiac disease is a chronic immune-mediated enteropathy triggered by gluten ingestion in genetically predisposed individuals. Beyond its classical gastrointestinal manifestations, growing clinical evidence highlights a strong association between celiac disease and various mental health disorders, including depression, anxiety, cognitive impairment, attention-deficit disorders, and an increased risk of mood and psychotic disorders. The underlying pathophysiological mechanisms linking celiac disease and mental health disturbances are multifactorial. These include chronic systemic inflammation, immune-mediated neuroinflammation, alterations in the gut–brain axis, micronutrient deficiencies (such as iron, folate, vitamin B12, and vitamin D), and changes in gut microbiota composition. Additionally, the psychological burden of lifelong adherence to a strict gluten-free diet and social limitations may further exacerbate mental health challenges in affected individuals. Clinical studies suggest that early diagnosis and strict adherence to a gluten-free diet can lead to partial or complete improvement in psychiatric symptoms in some patients, although persistent symptoms have also been reported. This abstract emphasizes the clinical evidence supporting the association between celiac disease and mental health disorders, explores the key biological and psychosocial mechanisms involved, and underscores the importance of integrated screening and multidisciplinary management approaches. Recognizing mental health comorbidities in celiac disease is essential for improving overall patient outcomes and quality of life.

Keywords

Celiac disease; Mental health disorders; Depression; Anxiety; Gut–brain axis; Neuroinflammation; Gluten-free diet; Quality of life

STUDY OF LAMINATED COMPOSITES KEVLAR/ EPOXY ACCRDING A VARIOUS CRITERIA OF FAILURE

Adel DELIOU
Laboratory LAMJ, University of UMSB of Jijel, Department of Mechanical Engineering, Algeria
Takieddine Boukelia
Laboratory LAMJ, University of UMSB of Jijel, Department of Mechanical Engineering, Algeria
Samir DJIMLI
Laboratory LAMJ, University of UMSB of Jijel, Department of Mechanical Engineering, Algeria
Mohamed Kemiha
Laboratory LAMJ, University of UMSB of Jijel, Department of Mechanical Engineering, Algeria
Abdelkader FIDJAH
University of Djelfa, Mechanics and Materials Development Laboratory
Khmissi BELKAID
Scientific and Technical Research Center on Arid Regions CRSTRA, 07000 Biskra, Algeria
Meriem DEHBI
Physic-chemistry of Materials and Environment Laboratory, University of Djelfa, Algeria

ABSTRACT

This work consists of the study of the mechanical behavior of unidirectional Kevlar / epoxy composite laminates according to different failure criteria.

The change in the value of the strength parameters makes it possible to compare the ultimate mechanical characteristics obtained by the criteria of Tsai-Hill, Norris, Fisher, Ashkenazi and Tsai-Wu.

The epoxy matrix of the material in question is reinforced to 60% of its volume by aramid fibers. The stack of the four layers composing the arbitrarily oriented and alternating $[+\theta/-\theta]_S$ materials constitutes balanced symmetrical laminates.

The laminate is subjected to uniaxial tensile membrane forces, of which the prediction of their ultimate values, the plotting of the rupture envelopes and the determination of the various modes of damage of the material by the theory of the maximum stress, constitutes the axis principal of this study.

The different components of the deformation vector of the composite are represented by different orientations of fibers.

Keywords: Unidirectional Kevlar / epoxy composite, Failure criterion, Membrane stress, Deformations

MULTINATIONAL CORPORATIONS AND THEIR EFFECTS ON NIGERIA'S ECONOMIC GROWTH AND DEVELOPMENT

DR CHUKWUEMEKA G. EME

Department of Business Administration, Faculty of Management Sciences, National Open University of Nigeria (NOUN), Jabi – Abuja, Nigeria

ABSTRACT

The role and value of multinational corporations (MNOCs) in the processes of economic globalization and their influence on the level of economic security of the country are explored in this paper. Main threats which arise in the course of activities of multinational corporations in domestic markets of the country are considered. The author made the analysis, methodological and aspects of emergence of multinational corporations and separate stages of their development. Also, during the research the main competitive advantages of multinational corporations which lead to improvement of production forces were revealed and promote strengthening of economic globalization of Nigeria and the world's competitive relations. Finally, this paper investigated the impacts of economic globalization on developing countries, particularly Nigeria and highlights measures to ensure that these countries benefits positively from the activities of the multinational corporations (MNOCs) and global economy.

Key Words: Economic globalization, Multinational corporations (MNOCs), developing countries, competitive advantage, technology transfer, foreign direct investment (FDI)

1.1.Introduction

The term 'globalization' began to appear frequently in scholarly works on international political economy (IPE) in the 1990s. One way to define globalization is in terms of an increase in international interconnectedness, or interdependence, but its distinctiveness from interdependence derives primarily from the increased role of multinational corporations (MNCs) in the contemporary world economy. Some authors stress the cultural side of globalization, arguing that globalization results in a homogenization of global culture (see, for example, Appadurai, 1996; Hopper, 2007). They observe that all urban centres feature the same boutiques selling products with the same logos, everyone watches the same movies and the same TV programs, and everyone eats at the same restaurants and drinks same beverages. In this sense, the logos and branding efforts of MNOCs are symbols of globalization. Opponents of this viewpoint stress the continuing cultural differences within and across nations.

Joseph Nye (2004) has highlighted the possibility that cultural globalization, to the extent that it is dominated by U.S. firms, its economic aspects and the role of MNOCs in globalization.

A multinational corporation is ''an enterprise that engages in foreign direct investments ((FDI), which is simplified as investments in which an organization acquires a substantial or equitable controlling interest in a foreign Company or sets up a domestic subsidiary in a foreign nation; and that owns or controls value-

added activities in more than one country'' (Dunning, 1992). The terms MNPCs and FDI will be used concurrently, as FDI, are by definition bound to MNCs. This form consists of a country location where the firm is incorporated and of the establishment of branches or subsidiaries in foreign countries. Multinational corporations can, obviously, vary in the extent of their multinational activities in terms of the number of countries in which they operate. A large multinational corporation can operate in 100 countries, with hundreds of thousands of employees, located outside its home country.

The economic definition emphasizes the ability of owners and their agents in one country to control the operations in foreign countries. There is a frequent confusion that equates the ability to control with the flow of capital across national borders. Since Hymer's thesis (1976), it is recognized widely that capital flow is not the distinguishing characteristic of a multinational corporation (see International Business). Capital can flow from one country to another in expectation of a higher rate of return. However, this flow may be invested in the forms of bonds, or in equity amounts too insignificant to grant control to foreign owners. In this case, this type of investment is treated as a 'portfolio' investment. The central aspect of 'direct investment' is the ownership claim by a party located in one country on the operations of a foreign firm or subsidiary in another. The multinational corporation is, thus, the product of foreign direct investment that is defined as the effective control of operations in a country by foreign owners.

The economic definition, however, does not capture the importance of the multinational corporation as the organizational mechanism by which different social and economic systems confront each other. The multination corporation, because usually it develops in the cultural and social context of one nation, exports its organizational baggage from one institutional setting to another. In this regard, it plays a powerful role as a mechanism by which to transfer organizational knowledge across borders. However, while being foreign implies that it might serve the valuable role of importing new practices, its foreign status also implies that its practices are likely to conflict with existing institutions and cultural norms. Moreover, since multinational corporations are often large, they pose unusual challenges to national and regional governments who seek to maintain political autonomy and yet are often anxious to seek the investment, technology and managerial skills of foreign firms. There are thus, economic and sociological definitions of the multinational corporation that differ and yet complement each other. In the economic definition, the multinational corporation is the control of foreign activities through the auspices of the firm. In the sociological definition, the multination corporation is the mechanism by which organizational practices are transferred and replicated from one country to another.

The multinational corporations of the post-World War II period are different from those of earlier periods in being more focused on manufacturing and services than on extraction of raw materials and commodities

(Dicken, 2015) and more likely to be financed by a combination of foreign direct investment (FDI) and local capital rather than international portfolio investments (Gilpin, 1975).

In addition, contemporary Multinational Corporations (MNOCs) are the predominant owners of proprietary technology. Multinational corporations account for at least 50 percent of R&D spending worldwide (Keller, 2009; Zeille, 2014). In the United States and elsewhere, most patents are awarded to multinational corporations (Florida, 2005; OECD, 2008).

In the last two decades of the twentieth century, competing MNOCs from a growing number of economies have created geographically dispersed ‘’value charts’’ to take advantage of lower R&D, production and distribution costs made possible by lower barriers to trade and investment flows (Borrus and Zysman, 2007; Ernst and Kim, 2002; Gereffi et al., 2016; Sturgeon, 2002; Sturgeon, 2007; Sturgeon and Gereffi, 2009).

Nowadays when globalization of economy happens more and more with high speed, the economic impact of multinational corporations on economy of various countries amplifies, questions of national economic security and independence of the state have become of great value. Questions of national economic security are one of vital development of most world economies. The problem of economic security never existed by itself. It come from problems of economic growth in each step of societal development and one of the most important functions of any country involving economic security in various directions of social, economic and political life.

1.2 Statement of the Problem

In Nigeria, the activities of multinational companies have been identified as questionable or even unethical because of the harms they have caused on the society. Because of their formidable resource base, they dominate the economy, straddle the indigenous entrepreneur and in the process create a monopoly. In the oil sector which is the economic mainstay in Nigeria, these corporations perpetrate heinous activities such as pollution of the environment, inadequate technology transfer, violation of human rights, blunt refusal to discharge their social responsibilities, gas flaring which destroys wildlife, seafood’s and farmland, especially in the Niger-Delta region without adequate compensation. Equally, the activities of these multinational corporations have led to increase in anti-social activities like drug abuses, prostitution, kidnapping, armed robbery and murder etc. On the effect of these kidnappings on the socio-economic development of Nigeria, Ajaero (2008) submits that Nigeria lost N2.46 trillion in 2006, N2.69 trillion in 2007 and N2.97 trillion in 2008 through attacks on oil installations resulting in shutdowns and spillages. Nigeria has also lost billions of Naira in foreign countries through act perpetrated by multinational corporations such as tax evasion, bribery, under-declaration of profit, over-invoicing, smuggling and racketeering.

1.3 Objectives of the Study

The broad based objective of this study is to x-ray the negative effects of multinational corporations on Nigerian economy. Specifically, the study sought to:

i. Find out ways of minimizing these effects on Nigerian economy.

ii.Examine how multinational corporations can be managed to enhance economic growth and development in Nigeria.

2.0 Review of Related Literature

2.1 Concept of Globalization and Multinational Corporations (MNCs)

According to O'Neil, P. H. (2009), globalization can be defined as ''a process whereby extensive and intensive webs of relationships connect people across time and space''. The term ''globalization'' started to feature regularly in scholarly works on the international political economy in the 1990s. The phenomenon of globalization can also be defined in terms of the expansion of international microeconomics or interdependence, however, its uniqueness from interdependence would derive majorly from the prominent role played by multinational corporations. Dunning (1992) defines multinational corporations (MNCs) - which are also known as multinational enterprises (MNEs), transnational enterprises (TNEs) as enterprises that engage in foreign direct investment (FDI) and own or control value-added activities in a number of countries across the world.

Multinational corporations can also be described as firms that produce, distribute, and market in more than one country. MNSs such as Microsoft are known to wield assets and profits far larger than the gross domestic products (GDPs) of most countries in the world and are hence able to influence politics, economic developments, and social relations through the good and services that they produce and the wealth at their disposal (O'Neil, 2009).

With the process of economic integration having accelerated considerably in the last three or so decades, the presence of subsidiaries of influential MNCs such as Microsoft in several countries across the globe is seen to be a key driver of globalization. Over the same period, trade, foreign direct investment (FDI) as well as the international transfer of knowledge and technology (the three main channels of economic globalization) have dynamically developed (Kleinert, 2001).

Among the three channels of economic globalization, the powerful growth of foreign direct investment (FDI) – (the purchase of assets in a country by a foreign firm) has been most notable, though the growth of international technology transfers has also been most notable, though the growth of international technology transfers has been quite impressive. This is all thanks to the widespread expansion of MNCs across the world. The MNCs have been touted as the main vehicle of technology transfers and this can be

confirmed by the 80 percent of payments for royalties and licenses fees, which were exchanged between foreign subsidiaries and their parent companies in the year 1995 alone (UNCTAD, 1997).

When it comes to economic globalization, there are actually two separate but interconnected processes at play. The first one is the globalization of transnational trade. This implies that trade, which has always had a strong international component is increasingly extensive and intensive, tying markets, producers, and labour together in a way never seen before.

The second category of economic globalization is less visible but no less profound. Financial globalization is the integration of capital and financial markets (markets for money) around the world. Stocks and FDI, banking and credit all fall under this type. Over the last few decades, the world has experienced a rapidly growing system of trade and financial globalization, promoted by technological change and rapid spread of liberalism. For instance, in 1992, world reports in merchandise was roughly US $3 trillion; by the year 2007, it had grown exponentially to US 13 trillion.

Foreign direct investment (which is the purchase of assets in a country by a foreign firm) was under US $200 billion in 1992, by the year 2008, it had dramatically shot to US $1.3 trillion. There seems to be an obvious association between economic globalization and the emergence as well as expansion of a number of MNCs that have dominated global markets for some time now.

Aided by more open markets and low costs of transportation, large firms such as Honda, IBM, Johnson & Johnson and McDonald's control assets globally and make profits in millions of dollars, often rivalling the GDPs of several countries in which they operate. For instance, General Electric's total profits in 2007 were roughly $21 billion, which is approximately equal to the Congo Republic's entire GDP at purchasing power parity (O'Neil, 2009).

2.2 Channels of Economic Globalization

The widening of worldwide economic integration has been increasingly dependent on FDI flows, especially since the last two decades of the 2oth century. Till the mid-1980s, foreign trade was the most compressive channel of economic integration. Exports grew to a bigger margin than FDI in 50s, 60s, and 70s. However, in the 80s, this trend took a sudden turn. FDI growth (at 6.3%) by far surpassed that of exports (at 6.2%) annually (Hillebrandt and Welfens, 1998).

Between 1973 and 1997, a period of 24 years, FDI exponentially grew by 780%. That translates to an impressive 9.5% annual growth, which was twice as big as that of the export growth rate. Given the direct link between FDI and MNCs, it goes without saying that MNCs contributed a great deal to this phenomenal growth. This in turn accelerated the process of economic globalization in all countries that were beneficiaries of the FDI.

2.2.1 International Transfer of Knowledge and Technology

The international transfer of knowledge and technology, measured terms of payment of royalties and licensing fees, grew at about the same rate as did the FDI flows in the last two decades of the 20th century. Technology payments grew from $12 billion in 1983 to $65 billion in 1999 (UNCTAD, 1997, 2000). The 11.1% of annual growth rate in the 90s even surpassed the 9.9% FDI outflow growth of 9.9%. This parallel growth could be the first clearest pointer to the prominent role played by MNCs in the international transfer of knowledge and technology. However, it must be noted that the regional distribution of royalties and license fees payment in the last two decades towards the turn of millennium were dominated more strongly by developed countries. Since most of the MNCs (the main drivers of transfer of knowledge and technology) are headquartered in developed countries, it doesn't come as a surprise that a bigger share of all payments for the use of imported technology belongs to these countries.

According to data availed by UNCTAD, international transfer of technology in the last two decades of the 20th century happened almost in total exclusion of developing countries. Developed countries accounted for a whopping 98.3% of all receipts and payments. With international transfer of technology being a key driver of globalization, it can then be safely argued that the process of globalization has been happening faster in developed countries than in developing countries.

2.2.2 International Trade

Customarily, trade has been the most salient channel of the integration of the global economy. It is only a few decades back (especially the last two in the 20th century), that the strong growth in FDI challenged the role of trade in goods and services as the most significant facet of globalization. Since the conclusion of World War II, global trade has driven the integration of the world's economy. Its growth rates have evidently exceeded the growth rates of production by far, implying a deepening integration (Kleinert, 2001).

Exports of merchandise almost tripled in the last two decades of the 20th century (since 1980). However, just like the FDI flows and transfer of knowledge and technology, trade also took place to a larger extent among developed states. The merchandise export share remained relatively stable (about two thirds) in the last two decades. This can be attributed to the fact that these are the mother countries of the highest number of MNCs which have been the major players of global trade integration of the world economy.

2.3 Multinational Corporations (MNCs) and Nigeria's Economic Development

Multinational corporations (MNCs) are those firms having branches in multiple Foreign Nations. They are most times subject to quick changes in global monetary price rates, duties, tariffs, trade restrictions, and of recent trade wars. A host of the well performing MNCs have launched manufacturing locations where labour is cheapest, and ensure low cost and flexible transportation cost for shipping to their markets.

For instance, conglomerates like Toyota, Apple have multiple facilities in foreign countries, meanwhile others like Sony may rely on outsourcing production to cheaper contractors. It has been discovered that weak governance, zero accountability, poor leadership and practices of corruption has slowly developed into a problem in the country. This, according to various literatures has prevented government officials from paying attention to the need to invest in human capital development which in return builds the skill and knowledge that the worker get via various training, experience and most importantly education. The goal of the research was to examine the extent to which MNCs spurred economic development in Nigeria. From the study, we found that MNCs have made positive contributions towards Nigeria's economic development. Though it varies, as the depth of technology transfer and internalization still remains a mirage, and at the same time, some of the multinational are still largely involved in unethical business activities that demonize their corporate image and that of the country.

MNCs transfer technology, they create employment and job opportunities for the citizens of host countries, and improve living standards.

Concurrently nationals of the host nations who worked for and underwent training by foreign companies acquire the skills and adaptive knowledge they obtained when working for these multinationals to launch their very own companies. Thanks to the presence of FDI in host Nations, they have experienced unparalleled increase in BOP and increase in capital and financial resources. In addition, the Nigerian federal government has been able to widen their tax portfolio through the income streams generated by the MNCs. Taxes paid by multinationals has been allocated towards developing infrastructures, improve security, and boost up the country's economy.

The study discovered that there was a gap in technology from multinationals in the country, and seems to be expanding despite the increase in inflows of FDI into the Nigerian economy. Moreover, there exist an urgent desire to enhance implementation of strategic foreign direct investment, and effective technology transfer policies that would in return help to safeguard any negative effect of a diminishing foreign direct investment inflow from the multinationals. The researcher further stated that in order to help foster more FDI, the government should do more to broaden and strengthen its policies to help foster better effectiveness of cost by reducing tariffs imposed on imported inputs, likewise it should improve and upgrade the telecommunications, and transportations industries, and also invest in infrastructures, so as to attract FDI inflow away from the newly industrialized and developed economies. The researcher further concluded by stating that since this paper brought to light some of the linkages, relationships and benefits between MNCs and economic development, this study may give policy makers and scholars helpful findings to table down on the negotiating table.

2.3.1 Management of Multinational Corporation in Nigeria

Managing multinational corporations require different set of conceptual tools than in the case of purely domestic firms. In particular, it is important to understand the fundamental economic, strategic, structural, organizational, and socio-political issues that have impact on the process of international expansion of the firms, on the linkages between foreign subsidiaries and corporate headquarters in the home country, and on the relationship between the multinational firms and interest groups in the foreign countries, including the government, labour unions, customers and suppliers. Their employment modes such as polycentric, ethnocentric and geocentric should be seriously taken into consideration in order to achieve effectiveness and efficiency in their managerial process. Bernadine (2003) identifies four possible models. These models include:

Ethnocentric Model: This model works within the assumption that management and human resource practices are critical core competence to a firm's competitive advantage and as such should not be trifled with nor compromised (Bird et al, 1998). Under this model, the foreign subsidiaries tend to have little autonomy and operations and decisions are typically centralized at the headquarters. The bulk of the management staff is usually sent from the headquarters and comprises mainly the Parent Company Nationals. Most Japanese and American organizations are known to use this approach in recruiting and deploying their staff.

Polycentric Model: This model handles subsidiary as a distinct entity with some level of decision making authority. Under this model both the management and the supporting staff are usually selected competitively from the local labour market. The only challenge is that in most cases, these local personnel are hardly ever promoted to work outside their local environment either in other countries where the company has subsidiaries or in the headquarters. This model is cheaper in addition to being more adaptable to local conditions.

Geocentric Model: This model tries to remove the boundaries and separating lines between the parent company and the subsidiaries scattered all over the globe. It strives to integrate its businesses with the relationships based on collaboration and mutual reciprocity, Onodugo (2013). Under this model, the organization began to see itself as having a global workforce that can be deployed and utilized in a variety of ways throughout the world.

Key positions tend to be filled by most qualified individuals regardless of nationality, race or colour. Staff remunerations in companies that are geocentric are generally based on global market rates and standards. Pay and work considerations are solely based on individual contributions to the organization rather than country of origin.

It is important to note that within the contextual needs of developing countries any model chosen must strike a balance between maximizing its huge labour potential and providing opportunities for technology transfer. A critical look at the models enumerate above, one can suggest that, for multinational corporations to thrive in Nigeria, polycentric and geocentric models or approaches to staff selection be adopted. They increase chances of technology transfer. The best strategy again is for developing countries like Nigeria to initiate standard policies that will be binding on the operations of multinational corporations in Nigeria.

2.4 Theoretical Framework

This study is anchored on the dependency theory and Unequal Exchange theory. The dependency theory was developed by Boxborough (1974). According to the theory, dependency implies a kind of parasitic relationship that exist between the highly industrialized and the less developed ones in a manner that ensures the continuous advancement of the former to the detriment of the later. The theory defines the relationship between Nigeria and the multinational corporations, especially their owners, This theory represents the complex politico-economic relationship that binds the advanced capitalist countries of the Centre and the other countries in the periphery such that the movement and the structure of the former decisively determine those of the later in a fashion somehow detrimental to the economic progress of the other societies. Countries such as Ghana that once experimented with the dependency theory have achieved neither prosperity nor greater economic independence. Rather they have experienced much poverty, misery and greater dependence on international aid and charity (Ahiakpor, 2017).

The theory of Unequal Exchange equally explains situation in Nigeria. According to Arghiri (1972), underdeveloped countries are exploited through the process of unequal exchange. In the realm of international trade, when the former sell their commodities below value and at the same time buy commodities from the developed countries above the value, this provides a veritable means of under development. In Nigeria, our crude oil is sold at a much reduced price to the Multinational Corporations who refine it and sell to us at very exorbitant prices.

3.0 Methodology

This study adopted a theoretical research design. Research design is a plan of investigation that specifies the sources and types of information relevant to the research problem. Data for the research was collected through secondary source. The research utilized content analysis of library materials, journal publications, internet materials and other documented materials relevant to the subject matter.

4.0 Summary of Findings

Based on the literature reviewed, the following findings were articulated:

- Multinational corporations have done more harm than good on Nigerian economy in terms of profit repatriation, environmental degradation, human rights violation, non-technology transfer, bribery and corruption etc. That most of these corporations are imperialist and parasitic in nature.
- That it is only through active government participation in operations of these multinationals that will minimize their nefarious activities on Nigerian economy.
- That adoption of ethnocentric approach that encourages filling the key positions from home country nationals should be entrenched and encouraged.

5.0 Conclusion and Recommendations

Multinational corporations are the major vehicles by which globalization is affecting businesses in different parts of the world. Globalization further makes the influence of multinational enterprises more pervasive and impacting. These corporations in spite of their meagre benefits have impacted negatively on our economy. Nigeria as a developing country can only benefit tremendously from operations of these multinationals if serious considerations are given to the environment in which they operate.

Since these corporations are component of the society, they must subject themselves to the fair requirements of the society, for, their relationship is paramount and reciprocal (the corporation needs the society just as the society needs the corporation). ‘’Business is not divorced from the rest of the society’’. How these corporations behave affect many people, not just shareholders (Ango 2012). A strong tie must exist between government and various multinationals operating in Nigeria to ensure maximum cooperation and peaceful co-existence.

This study made the following recommendations:

- Representatives of all stakeholders – employees, customers, society, governments should be appointed as members of the Board of Directors of various corporations, for direct representation and participation in the decision-making process.
- The polycentric model of staff selection should be imposed by government on these corporations which will be enshrined under her terms of agreement with the multinational corporations operating in Nigeria.
- This will enhance skill acquisition and ensure adequate transfer of technology.
- There should be interactive sessions on regular basis between the Multinational corporations and leaders of our country to proliferate understanding and enhance harmonious business relationship especially on moral and ethical ground. Such interactions would impact positively on the ethical performance of both the companies in particular and the various corporations at large.

`

- Discrimination in employment policies and salaries of workers should be ruled out and adoption of polycentric and geocentric approach to staff selection should be encouraged to benefit our citizenry. A technology transfer policy should be formulated which will be binding on any company wishing to do business in Nigeria. This policy will boost our image and prestige thereby ensuring sustained economic growth and development.

Reference

Ahiakpor, J. C. W. (1985). The Success and Failure of Dependency Theory: The Experience of Ghana''.

Ango, N. A. (2012). Business Ethics and Practice in Multinational companies: Evidence from Nigeria.

Arghiri, E. (1972). Unequal Exchange: A study of the Imperialism of Trade. Monthly Review, New York.

Aworom, A. (2013). Multinational Corporations and Development in Nigeria. African Journal of Culture, Philosophy and Society, 3(1), 62 – 67.

Bernadine, H. J. (2003). Human Resources management: An Experiential Approach, New York, McGraw-Hill Incorporation.

Bernadine, H. J. (2003) in Onodugo (2012). Multinational Corporations an employment and labour conditions of developing countries: The Nigerian Experience. European Journal of Business and Social Sciences, 1(6), 67 – 76.

Dunning, J. H. (2008). Multinational Enterprises and the Global Economy, United Kingdom: Edward Elgar Publishing Limited.

Ferner, A. (1997). A Country of origin effects and human Resources Management Journal, 7(3), 19 – 37.

Heidenreich, M. (2012). The social embeddedness of multinational companies: A literature review, Socio-Economic Review, 549 – 579.

Kogut, B., Zander, U. (2003). A Memoir and Reflection: Knowledge and an Evolutionary Theory of The Multinational Firms, Journal of International Business Studies, 505 – 515.

Onodugo, V. (2012). Multinational corporations (MNCs) and employment and labour conditions of Developing Countries : The Nigerian Experience. Journal of Business and Social Sciences, 1(6), 67 – 76.

ISSUES AND CHALLENGES OF CORONAVIRUS OUTBREAK IN NIGWEIA

Eme, Chukwuemeka G.
Lecturer, Department of Business Administration, National Open University of Nigeria (NOUN), Abuja, Nigeria.
Dr. Elikwu Michael.
Lecturer, Department of Business Administration, Veritas University, Bwari, Abuja, Nigeria

Abstract

Corona-virus (COVID-19) is an infectious disease caused by a newly discovered corona-virus (WHO, 2020). It rapidly emerged as a global health threat, and on the 30th of January, 2020, was declared to be a public health concern of international concern by WHO. Subsequently, the threat was raised to an unprecedented risk level, by its declaration as a pandemic by WHO on the 11th of March, 2020. Therefore, this research article focuses specifically on the outbreak of OOVID-19 on Nigeria till date. Its primary aim is to highlight the accompanying reactions, measures, and eminent developments by the Nigerian government in their struggle to curtail the spread, reduce infection rates, and cushion its impact on their economy. The methodology and materials used to carry out this research include extensive literatures, reviewed to reveal a clearer, and a more complete picture on the lapses of the government in their drive to manage the outbreak. It also points to circumstances which may have made it difficult for the government to respond effectively. Another methodology adopted is qualitative research method, where relevant information from various literary sources were extracted, which informed the conclusion of the research. It concludes that although the efforts of the government could be applauded for their swift response, a lot is still left to be desired in the management of the outbreak. The outbreak has exerted intense pressure on the health systems, posed a challenge to the economic structures of the world, and particularly, that of Nigeria, thereby worsening its economic crisis, and exposing its citizens to a retinue of vulnerability as a result of non-existent social support systems.

Key Words: Coronavirus, Economic impact, Nigeria, Misinformation Healthcare Systems

DYNAMIC CAPABILITIES AND FIRM PERFORMANCE OF SELECTED FOOD AND BEVERAGES COMPANIES IN SOUTH-WEST NIGERIA

DR CHUKWUEMEKA G. EME.
Department of Business Administration, National Open University of Nigeria, Abuja
PROF NNABUIFE, E. K. N.
Department of Business Administration, Nnamdi Azikiwe University, Awka, Nigeria

ABSTRACT

The food and beverages manufacturing industry is a major driver of the economy and dynamic capabilities is a major resource that curbs and contends competition. However, the high level of competition, constant change in the tastes and preferences of customers and brand consciousness of consumers have endangered the survival of the majority of firms in the industry. The main objective of this study would evaluate the relationship between dynamic capabilities and firm performance of quoted food and beverage manufacturing companies in South-west Nigeria. The specific objectives of the study were: to determine the relationship between product innovation capability and sales growth; to examine the extent of relationship between strategic decision making capability and employee turnover; to assess the relationship between technological capability and return on equity; to evaluate the relationship between competitive intensity and operating cash flow; and, to ascertain the relationship between technological turbulence and working capital management. The study adopted a survey research design. The target population would consist of 11 quoted food and beverage manufacturing companies comprising of 692 middle and top-level managers of the quoted firms. Total enumeration sampling technique would be employed. Primary data using structured questionnaire will be adopted and validated for the study. The Cronbach alpha coefficients for the constructs would range between 0.81 and 0.96. The response rate is expected to be within 92.9% which is 643 out of 692 copies of the questionnaires administered. The data will be analysed using descriptive and inferential (Pearson Product Moment Correlation and multiple regression) statistics). Findings would reveal that there is a significant relationship between: product innovation capability and sales growth, strategic decision-making capability and employee turnover, technological capability and return on equity, competitive intensity and operating cash flow, and, between technological turbulence and working capital management. It is recommended that food and beverages manufacturing firms should be consistently customer-oriented as this will lead to continuous customer satisfaction and eventually aid customer loyalty. For firms to consistently sustain their competitive advantage, they need to adopt the identified five dynamic capabilities components elucidated in this study.

Key Words: Dynamic capabilities, Firm Performance, Product and innovation capability, Strategic decision-making capability, Technological capability, Competitive intensity, Technological turbulence

1.0 INTRODUCTION

The manufacturing industry globally has been experiencing unprecedented degree of change, intense competition and turbulent environment over the years. These include rapid change in technology, management, market fragmentation, the convergence of different industries, customer demands and expectations, supplier attitudes, shorter product lifecycle, innovations and many more aspects which have affected the performance of these firms (Wiggins & Ruefli, 2005; Spina, Barkzzaghi, Bert, Cagliano, Draaijer & Boer, 1996; McNamara, Vaaler & Devers; 2013; Hum & Sim, 2016). Manufacturing firms are facing incredible and significant challenges as a result of the dynamic character of manufacturing itself, its market, and environmental situations (Ahmad, Othman & Lazim, 2014).

Nigeria, among other developing countries is striving to compete in the global intense market, and for that reason, the manufacturing industry needs to maintain and boost local capabilities for their economic strength and stability. Long-term survival and the ability to produce useful outputs is the overall goal of any company. Kayode (2019) described all industries and particularly the manufacturing industry as the heart of any economy. The importance of the manufacturing sector of any economy to its growth and survival cannot be overemphasized; manufacturing plays a very important role in the economy of most countries. Outputs in manufacturing companies are usually products offered to customers that result in profits shared by its owners. Obisi (2013) added that the manufacturing sector all over the world have been and would always be the engine of development and industrialization.

Various strategies have been employed by the Nigerian government aimed at improving the productivity of the manufacturing sector in order to facilitate development and economic growth (Sola, Obamuyi, Adekunjo, & Ogunleye, 2013). The import substitution industrialization strategy was adopted by the Nigerian nation during the First National Development Plan (1962-1968) which aimed at reducing the volume of imports of finished goods, encouraging foreign exchange earnings by producing locally some of the imported consumer goods (CBN, 2013). During the Second National Development Plan period (1970-1974), Nigeria's import substitution industrialization strategy was consolidated during the oil boom era. In the wake of the oil market collapse in the early 1980's, there was a severe reduction in the earnings from oil exports, which further resulted in the inability of the nation to sustain the emerged import-dependent industrial structure because of the huge import bills (Sola et al., 2013).

To salvage the foregoing economic issues, various policy measures were adopted, which proved abortive. Such policies were the stabilization measures of 1982, the restrictive monetary policy and stringent exchange control measures of 1984. The failure of the measures led to the adoption of Structural

Adjustment Programme (SAP) in 1986 (CBN, 2013). To reduce the high dependency of the Nigerian economy on crude oil as the major foreign exchange earner, SAP was introduced by promoting non-oil exports, predominantly manufactured goods. The performance of the manufacturing sector has been a concern to the government despite various efforts they have made (Sola et al., 2013).

Consequently, in 2003, the Federal Government came up with an economic programme tagged NEEDS (National Economic Empowerment and Development Strategy) which was to encourage private sector growth strategies adoption (Essien & Bello, 2017). Though the NEEDS document tended to be more entrepreneurial, the initiative was essentially useful for large scale industries. It was further identified in the NEEDS document that ‘’ineffective linkages between industry and the research institutes/universities’’ and ‘’lack of engineering capacity to translate research results into finished goods and maintain existing machinery as well as low level of entrepreneurial capacity,…. technological support,….and paucity of trained artisan skills’’, as major constraints to the development of industries (Essien & Bello, 2017). The NEEDS document was addressing the dearth of technological capabilities in firms which are needed to influence firm-level efficiency.

The performance of Nigerian manufacturing firms in their business environment is affected by factors such as low sales, low productive capacity, low capital utilization, lack of foreign exchange to source needed inputs, poor power supply, low quality of goods and services and multiple taxation among others. (Adeoye & Elegunde, 2012). The Manufacturers Association of Nigeria (MAN) also listed other problems of the industry as including high import dependency, weak capital base of manufacturing companies, high cost of funds, multiple taxation and the influx of fake, counterfeit and substandard imported goods (MAN, 2017). In addition to these industrial challenges, Albaldabejo (2013) included inappropriate policies, macro-economic instabilities, a distorted business environment, lack of transparent governance and weak industrial capabilities. The consequences of these for the national economy include among others, the loss of manufacturing ‘pull effect’ on other sectors of the economy, and the opportunity to participate in the global economy by plugging into international value chains (Olamade, Oyebisi & Egbetokun, 2013). Manufacturers Association of Nigeria (MAN) also projected that 60% of firms in the manufacturing industry are ailing, 30% have closed down while only 10% are operating at a sustainable level (MAN, 2017). Manufacturing activities flourishes in a good investment climate filled with favourable physical infrastructure, financial markets, and governance conditions for firms to invest productively, create jobs and expand (Elms & Low, 2013) of which Nigeria is not meeting. The alteration of global manufacturer’s business models and strategic approaches to cost optimization, products offerings and their operations generally position the manufacturing companies to occupy areas of innovation that distinguish them from existing competition and new entrants; develop closer relationships

with customers and suppliers and find ways to create value added services around their products (Dobbs, 2012).

Globally, the food and beverage manufacturing is declared as the bedrock of development of nations (Industrial Report, 2016). The food and beverage manufacturing companies are seen as the major producers of consumer goods and beverages in Nigeria and the largest sub-sector of the Nigerian manufacturing firms on the Nigerian Stock Exchange (Okere, 2012). This industry is a growing and dynamic subsector of the Nigerian manufacturing sector (Osundina, 2014) that is experiencing stiff and fierce competition (KPMG, 2014, 2015). The dynamic and constantly changing Nigerian food and beverage business environment creates opportunities and threats (Akpan, Ikon, Chukwunonye & Nneka, 2016). As a subsector of the manufacturing firms, their output has fallen below that of their counterparts in developing countries. Some of the factors contributing to this ugly situation is poor, hostile and unfavourable business environment which has increased price per unit costs of manufactured goods and services. This impacts greatly on the performance of the food and beverages manufacturing firms.

Manufacturers understand that the world's economy is undergoing a period of massive change and uncertainty. Incremental changes are being made in cost structure, supply chains and business models of companies (Dobbs, 2012). One of the major challenges often faced by manufacturing companies is how to have a competitive advantage up and above competitors in the same industry; this concept of competitive advantage is at the root of organizational performance and as such understanding the source of sustained competitive advantage has become a major area of study in the field of strategic management (Barney, 1991; Porter, 1985, 2015). The Nigerian food and beverage manufacturing companies are competing for customers, revenue, market share of products and services that meet customer's needs in the rapidly changing business environment. Global competition has resulted into technological changes which have led customers to demand for superior quality products/services with lower prices (Dirisu, Iyiola & Ibidunni, 2013).

The Nigerian food and beverage manufacturing industry environment with its unpredictable fast changing internal and external environments provide opportunities for her to grow, develop and create value and wealth and this also poses some threats to the food and beverage manufacturing sector (Obiwuru, Oluwalaye and Okwu, 2011). The dynamic capabilities view has risen to tackle the complex problem of sustainable competitive advantage in the dynamic environment (Eisenhardt & Martin, 2000; Teece, Pisano & Shuen, 1997). The creation and sustenance of competitive advantage is achieved when firms are able to sense and then seize new opportunities, and further, reconfigure their resources and capabilities in line with recognized opportunities and environmental change (Teece, 2007).

The prevalent competition have compelled food and beverage manufacturing firms to search for new strategies to arrive at a competitive edge, as the previously acceptable strategies are being eroded (Chirico and Salvato, 2018). Dynamic capabilities is a core element for an organization to survive in the ever present dynamic environment (Rehman and Saeed, 2015). Firms that are responsive and rapid in product innovation, coupled with the capabilities to effectively coordinate and redeploy internal and external competencies, would improve performance, such firms will also have the capacity to integrate, build and renew internal and external competencies to adapt to changing market needs (Wong, 2013). To face swift changes in technologies, markets and competition, top managers rely more on the strategic decision making capability to cope with the changing external conditions which would aid survival in a changing environment.

1.1 Statement of the Problem

The Nigerian food and beverage manufacturing industry being a major driver of the economy is operating in a highly competitive fast-moving consumer goods (FMCGs) market where profit margins are pressed to their minimum levels, stiff price competition, constant change in customer's taste and preferences, and consumers becoming more brand conscious and interested in new products as cited in Klynveld, Peat, Marwick and Guerdela Consulting Conglomerate (KPMG's Global Quality and Risk Management Manual, 2014, 2015). With these, managers need to possess the ability to produce products that will meet consumer's needs and add value to them at all times and in all situations (KPMG, 2014). Despite encouraging growth on per capita income on soft, alcoholic drinks, processed and packaged food, consumption remains low (The Manufacturers Outlook Report, MAN, 2012). With all the identified issues it is critical for the managers of the food and beverage firms in Nigeria to be equipped with product innovation capability to enable them to sustain and increase growth in sales and be competitive in their industry that is densely saturated with many competitors.

A number of studies carried out in Nigerian manufacturing firms (Adeoye, 2010; Awodun and Otikiti, 2003; Dirisu, 2013; Ibidunni et al., 2014; Jegede, 2012; Monday et al., 2015; Akpan et al., 2016; Nzewi et al; Obembe et al., 2017 and Osisioma (2020) have not examined let alone sufficiently the critical variables of dynamic capabilities as this study elucidated which are amongst others (product innovation capability, strategic decision making capability, technological capability, competitive intensity and technological turbulence) adopted in this study. From the various studies reviewed on Nigerian manufacturing firms, the researcher was not privileged to see directly the five variables of dynamic capabilities adopted in this study having an effect on the identified firm performance variables (sales growth, employee turnover, return on equity, operating cash flow and working capital management). Hence, this study deems it fit to assess and fill this important gaps in literature by examining the

relationship between dynamic capabilities and firm performance of quoted food and beverage manufacturing companies in South-west, Nigeria.

This study was equally necessitated by the disturbing report by the Manufacturers Association of Nigeria (MAN, 2017, 2020) which estimated that 60% of the manufacturing industry are ailing, 30% closed down while only 10% were operating at a sustainable level. It is in a bid to reverse this ugly trend and revitalize ailing and moribund food and beverage manufacturing firms that this study became a necessity.

1.2 Objectives of the Study

The main or general objective of this study is to examine the relationship between dynamic capabilities and firm performance of quoted food and beverage manufacturing companies in South-west, Nigeria. The specific objectives are to:

1. determine the relationship between product innovation capability and sales growth;
2. examine the extent of relationship between strategic decision making capability and employee turnover;
3. ascertain the relationship between competitive intensity and operating cash flow;
4. assess the relationship between technological capability and return on equity;
5. examine the relationship between technological turbulence and working capital management.

1.1 Hypotheses

In line with the stated objectives of this study and in search for answers to the various research questions, the null hypothesis (Ho) postulated was tested at 0.05 level of significance.

Ho: Product innovation capability has no significant relationship with Sales growth.

Ho1: Product innovation capability has significant relationship with Sales growth.

2.0 LITERATURE REVIEW

2.1 Conceptual Review

2.1.1 Concept of Dynamic Capabilities (DCs)

The question of how firms compete in the prevailing volatile and uncertain business environment has been established within the strategy literature for a long time. The field of strategic management is concerned with revealing the causes of sustainable competitive advantage leading to performance differences among firms (Rumelt, Schendel & Teece, 1994). As proposed by Teece, Pisano and Shuen (2007), dynamic capability confers upon a firm the ability to cope with change where successful ‘’coping’’ involves in particular the maintenance of high profitability. Globally, it is evident that firms are operating in increasingly turbulent and unsettled business environment. During the 1970s, ‘80s and ‘90s, firms’ resources were seen as being homogenous by industrial organization scholars, that is, evenly distributed

among firms, and which aids companies to achieve competitive advantage by picking an attractive industry and creating a competitive position in the industry (Porter, 1980). The strategic management field began during the 1990s to shift attention towards firms' stock of resources and capabilities as the place to look for the principal source of performance variables among firms (Hoskisson, Hitt, Wan & Yiu, 2019). Eisenhardt and Martin (2010) argued that dynamic capabilities are at play in both stable and dynamic environments. This explains that the current notion of dynamic capabilities can be decomposed into two distinct types: incremental dynamic capabilities and renewing dynamic capabilities. Building upon Winter's (2003) 'higher-order capabilities' we argue how a third type of dynamic capabilities (regenerative dynamic capabilities) are necessary for the renewal of dynamic capabilities.

The concept of dynamic capabilities was first formulated by Teece and Pisano (1994); and further explored by Teece et al. (1997), who emphasized that a firm's competitive advantage in a dynamic environment rests on the firm's stock of organizational capabilities which makes it possible to deliver a constant stream of innovative products and services to customers (Hou, 2018).

Dynamic capabilities can, therefore, be perceived as the routines in a firm that guide and facilitate the development of the firm's organizational capacities by changing its underlying resource base (Eisenhardt and Martin, 2010). Both dynamic and organizational capabilities can be seen as organizational routines but their outcomes are different. Organizational capabilities enables the firm to produce goods and services; whereas dynamic capabilities ensure the renewal and development of organizational capabilities.

Dynamic capabilities (DC) was developed in order to provide a framework to understand how firms achieve and sustain competitive advantage when faced with rapidly changing environmental conditions (Bellner, 2013). It is a framework developed to build theory on firm performance, and inform managerial practice (Teece et al., 1997). Interest in research on dynamic capabilities has created a study focus on the processes within a firm that are aimed at developing and renewing its resource bases (Dosi, Nelson & Winter, 2010; Teece and Pisano, 1994; Teece et al., 1997; Wheeler, 2012). The key implication of the concept of dynamic capabilities is that firms are competing not only in terms of their ability to activate and exploit their existing resources and organizational capabilities, but also in terms of their ability to renew and develop them. In the dynamic markets of today, competitive advantage rests on the ability of a firm to constantly develop and renew the organizational capabilities that form the basis for products and services offered (Hou and Chang, 2018).

Dynamic capabilities are intangible assets of a firm which involve specific and identifiable processes, learned and stable patterns of collective activities, and organizational routines (Zullo & Winter, 2012; Eisenhardt & Martin, 2010); Ambrosini and Bowman, 2019). Dynamic capabilities is adopted as a

firm exhibits her character of adapting, renewing, reconfiguring and re-creating resources and core-capabilities to respond to changing business environments (Wang & Ahmed, 2017). New strategies emerges with the combination of those resources and capabilities (Eisenhardt & Martin, 2010). These ultimately facilitate the creation of resources that are valuable, rare, inimitable and non-substitutable in competing with others (Winter, 2013). Dynamic capabilities thus address a fundamental question of how a firm builds competitive advantage and improved performance in a competitive market place (Teece et al., 1997; Teece, 2007). Yung-Chun and Tsui Hsu (2016) state that ''dynamic capabilities are necessary for business transformation and for identifying practices that develop those capabilities. ''Invariably, capability possession, deployment and upgrading are important for the success of an organization (Luo, 2010).

Teece (2011) proposed the adoption of dynamic capabilities framework to help managers lead their firms in highly global markets. This functional and useful framework is universal enough to provide guidance in a variety of situations. It is aimed at providing the intellectual structure for both theoretical and applied analysis of strategic management and other concerns of business managers. Dynamic capabilities are directed towards strategic change and aligning the organization with the environment (Zahra et al., 2016). They are further seen as the firms' capacities to sense and shape opportunities, seize opportunities, redeploy and reconfigure (create, extend and modify) their resource base (Teece, 2007, 2011). This obliges the organization to maintain close relationships with customers, suppliers and research and development (R&D) partners, and to observe best practices in the industry. Seizing opportunities entail the evaluation of existing and emerging capabilities, gaining access to investments in relevant designs and technologies that are likely to achieve marketplace acceptance which focuses on taking advantage of opportunities for value creation and competitive advantage (O'Reilly III and Tushman, 2018; Teece, 2007). The firm's capacity to recombine resources and operating capabilities reconfigures the resource base which will enable the firm to grow, and markets and technologies also to change (Teece, 2007). It is the alignment of the assets of the firm to achieve the best fit, in order for strategy to be aligned with structure for effectiveness. This is depicted in the Figure 2.1.

Dynamic Capabilities



Fig. 2.1: Teece's Dynamic capabilities framework

Source: Dynamic capabilities adapted from Teece (2007, 2011: 1342)

Teece's (2011) framework of dynamic capabilities identifies several universal megatrends that influence the contemporary business firms operating in hyper competitive environments. This is against the backdrop of the traditional economic mode, where competitive advantage is predicated on economies of scale and scope. Other basis of competitive advantage not related to economies of scale is the generation, ownership and management of intangible assets. He further stated that the idea of intangible assets has risen to overshadow economies of scale in importance as an enabling factor for organizations to exert a competitive edge and sustain successful position. Intangible assets characterize the ideas and overall intellectual capacity and resource of a firm which is utilized to run its business and have a competitive edge. Contrasted with tangible assets which are physical, intangible assets are the ideological tools strategically deployed by managers to enhance its operation and remain competitive (Linder, Cramer & Dedrick, 2019).

The field of strategic management is essentially concerned with how firms generate and sustain competitive advantage, while dynamic capability perspective emphasize on improving the capacity of organizations facing rapidly changing environment to create new resources, renew or alter its resource mix (Teece et al., 1997). It acknowledges that ''the top management team and its beliefs about organizational evolution play an important role in developing dynamic capabilities (Rindove & Kotha, 2011). This is why Collis (2019) suggests that higher-order organizational capabilities such as dynamic capabilities ''allow firms to overcome the path dependency that led to the inimitability of the lower-order capabilities.''

Teece (2011) stresses intangible assets as a very powerful class of assets with strong implications for establishing and maintaining competitive edge at the level of the firm. He identifies several features of intangible assets as hard to build; difficult to manage; difficult to be traded or transferred; costly to transfer and difficult to specify in a contract. The implications of these features are that intangible assets are more difficult to procure and access than tangible assets. He further identifies two major classes of intangible assets as technological know-how and business model. He further said that these intangible assets ought not to be used alone but combined with other assets and resources for optimal benefits to the organization. Since of themselves they are not sufficient to yield value, but combined with other tangible assets or physical assets, they are merged as product to yield value for the customer. On this basis, Teece concludes that ownership of resources or the control of complimentary assets is necessary for competitive success. As dynamic capabilities enhances competition, the comprehensive view of the business environment enables firms to survive and achieve their potentials. Teece et al., (2007) identified that the attainment of sustainable competitive advantage is a function of firm's processes, positions and paths.

Dynamic capabilities are often characterized as unique and idiosyncratic processes that emerge from path-dependent histories of individual firms (Teece et al., 1997). They are identified as complicated routines comprising a variety of processes (Protegerou et al., 2011). They further argued that the competitive advantage of firms lies within their organizational and managerial processes, shaped by specific positions and paths available to them.

Earlier research approaches, like the resource-based view (Barney, 1991; Penrose, 1958), propose matching external organizational opportunities and threats with the internal resources of the company to identify opportunities and risks that will shape unique selling positions. The essence of dynamic capabilities (DCs) lies in the emphasis on capacity to renew competencies and to strategically manage internal and external organizational skills, routines and resources as the origin of competitive advantage in changing business environments (Banjongprasert, 2013; Teece et al., 2007). Driven by turbulent competition from the 1990s, various firms have attempted to identify the approach that drives competitive advantage in line with dynamic markets which is captured in the notion of DCs, it is believed that dynamic capabilities provides and engenders sustainable and superior firm performance (Banjongprasert, 2013; Teece, 2007).

2.2 Conceptual Dimensions of Dynamic Capabilities: Sensing, seizing and transforming

Teece (2007, see also Teece, 2014) provided further refinements of dynamic capabilities (DCs) into generic sensing, seizing and transforming capacities, which need to be closely aligned with a firm's strategy. Teece's conceptualizations of these capacities are rather broad. Sensing include as many aspects as ''identification, development, co-development and assessment of technological opportunities in relationship to customer needs'' (Teece, 2014), seizing involves the ''mobilization of resources to address needs and opportunities, and to capture value from doing so; and transforming means nothing less than continued renewal' (Teece, 2014). In order to operationalize them, Teece's (2007, 2014) broad conceptualizations have to be further specified.

Sensing refers to an organization's capacity to continuously scan the organizational environment (Teece, 2004, 2014; see also Makkonen et al., 2014; Pavlou and Sawy, 2011). According to Teece (2007), sensing refers to accumulating and filtering information from the environment to create a conjecture or hypothesis about the likely evolution of technologies, customer needs and marketplace responses' and involves scanning and monitoring internal and external technological developments and assessing customer needs, expressed and latent (Teece, 2007), in addition to shaping market opportunities and monitoring threats. Some researchers, (e.g. Babelyte-Labanauske and Nedzinskas, 2017) have outlined that sensing does not only have an external focus but also has an internal aspect. It may, for example involve the identification of new developments and opportunities within the firm. The theoretical

difference between external and internal sensing is reflected in further developments of cognitive micro-foundations of sensing. Some scholars in the strategic management field (e.g. Helfat and Peteraf, 2015) have focused on perception and attention (i.e. a rather external perspective), while others (e.g. Hodgkinson and Healey, 2011) have mainly looked at the need for reflection/reflexion (i.e., a rather internal perspective).

Nevertheless, Teece's (2007, 2014) original conceptualization is more oriented towards the organization's external environment. Hence, in the present study, we stick closely with Teece's original model and understand sensing mainly as external sensing. This sensing components involves both, recognizing opportunities and anticipated competitive threats (Helfat & Peteraf, 2015). This may take place formally (e.g. through systematic market research) or informally (e.g. through self-motivated reading of industry newspapers by staff members). Refining Teece's broad definition, we posit that an organization with high sensing capacity is able to continuously and reliably acquire strategically relevant information from the environment, including market trends, best practices and competitors' activities.

Seizing refers to developing and selecting business opportunities that fit with the organization's environment and its strengths and weaknesses (Teece, 2007). Seizing thus means that market opportunities are successfully exploited and that threats are eluded. Seizing bridges external and internal information and knowledge, and it is closely linked with strategic decision making, particularly regarding investment decisions. Seizing capacity starts from a strategy that enables the recognition of valuable knowledge. This evaluation is based on prior knowledge, and it results in a selection from a variety of strategic options. Seizing capacity within an organization is high if the organization is able to decide whether some information is of potential value, to transform valuable information into concrete business opportunities that fit its strengths and weaknesses and to make decisions accordingly.

Transforming, according to Teece (2007) includes 'enhancing, combining, protecting, and, when necessary, reconfiguring the business enterprise's intangible and tangible assets', such that path dependencies and inertia are avoided. That is, transforming refers to putting decisions for new business models, product or process innovations into practice by implementing the required structures and routines, providing the infrastructure, ensuring that the workforce has the required skills, and so forth. Transforming is characterized by the actual realization of strategic renewal within the organization through the reconfiguration of resources, structures and processes. Teece (2007) describes transforming (reconfiguring) as the ability to recombine and reconfigure assets and organizational structures as the enterprise grows, and as markets and technologies change'. Therefore, transforming is similar to Li and Liu's (2014) implementation capacity, which is defined as 'the ability to execute and coordinate strategic decisions and corporate change, which involves a variety of managerial and organizational processes,

depending on the nature of the objective. Implementing thus refers to communicating, interpreting, adopting and enacting strategic plans (Noble, 2019). Only through implementation does renewal come into being, otherwise new information and ideas within an organization remain theoretical inputs and potential changes. An organization with a high transforming capacity consistently implements decided renewal activities by assigning responsibilities, allocating resources, and ensuring that the workforce processes the newly required knowledge.

2.3 Components of Dynamic Capabilities

Dynamic capabilities components are seen from different perspectives by various authors. In an attempt to describe the main constituent of dynamic capabilities (DCs), several authors have made theoretical contributions towards it. One of such contributions comes from Adner and Helfat (2013) who introduced the concept of dynamic managerial capabilities to explain differences in managerial decisions and corporate strategy arguing that managerial guidance has a critical impact on firm performance. The argument is that because managerial decisions are based on the resource and capability base of an organization, differences between firms in their resources and capabilities may lead to differences in managerial decisions and thus to differences in corporate performance (Adner & Helfat, 2013).

Wang and Ahmed (2017) identified three component factors which reflect the common features of dynamic capabilities (DCs) across firms that is, the adaptive capability, absorptive capability and innovative capability. Wang and Ahmed (2017) defined them all. Absorptive capability is the ability to identify and apply external information for commercial means (Cohen & Levinthal, 2010). The firms with higher absorptive capability are well able to learn from partners and transform learned knowledge into competencies (Chou, 2015). He further sees innovative capability as a ‘’firm’s ability to develop new products or markets.’’ The argument is that these factors explain the confusion behind how resources and capabilities can be used to sustain long term firm performance (Wang & Ahmed, 2017). Additional contributions discuss enablers and antecedents of dynamic capabilities (DCs). Ambrosini and Bowman (2019) discuss external and internal factors as drivers and inhibitors for dynamic capabilities (DCs).

McKelvie and Davidson (2019) on the other hand, identified four basic elements of dynamic capabilities as idea generation capability, market disruptiveness capability, new product development capability and new process development capability. Idea generation capability is related to the development of new ideas for future entrepreneurial endeavours. Market disruptiveness capability refers to the behaviour of companies in the context of aggressiveness and persistence in introducing innovation to the market. It indicates the extent in which the company creates the dynamism of the market. New product development capability is related to the development of new products and services, the quality of new products and services and the variety of new products and services in relation to the largest

competitors. New process development capability refers to the performance of innovation process and adaptation of new technology to existing processes. New product development capability and new process development capability from the classification made by McKelvie and Davidson (2019) can be seen as arts of innovative capability considering the definitions from the main authors (Capon et al., 2012; Miller and Friesen, 2013; Wang and Ahmed, 2014, 2017).

Teece et al., (1997) explained in their work that dynamic capabilities are processes shaped by positions and paths, and those processes include coordination and integration, learning and reconfiguration. While positions and paths are the internal and external forces enabling and constraining dynamic capabilities, the internal position relates to the firm's assets which includes its stock of technological, complementary, financial, reputational, and structural assets. The external position refers to the firm vis-à-vis its institutional environment and its markets. Teece et al. (1997) explain that the firm's position will have a bearing on the firm's strategic posture and how competitive advantage could be gained. Processes, positions and paths are the main variables of dynamic capabilities, they are subsequently discussed further.

Processes describe the ways things are done in the firm. They comprise three roles (Teece et al., 1997), the first role: coordination/integration is considered a static concept and it presents the idea that managers are in charge of coordinating and integrating activities within the firm (Teece et al., 1997, p. 518-520). The degree to which internal coordination and integration is effective and efficient can explain the difference between a firm's failure and success. Evidence shows that the way in which production is organized and managed can determine the differences in firm competiveness (Teece et al., 1997). An example could be Japanese manufacturing companies like Toyota, which are able to maintain competitive positions in global market places through excellent managerial and production practices such as total quality management (Phan, Abdullahi & Matsui, 2011).

The second role: learning is considered to be a dynamic concept and represents a process by which repetition and experimentation enable tasks to be performed better and more quickly (Teece et al., 1997). Learning involves organizational as well as individual skills and that the organizational knowledge generated through learning resides in new patterns of interactions that represents successful solutions to particular problems (Teece et al., 1997). The concept of dynamic capabilities (DCs) as coordinative management process provides potential for inter-organizational learning. Collaborations and partnerships can be a driver for organizational learning, enabling the recognition of dysfunctional routines as espoused by researchers (Teece and Pisano, 1994; Teece et al., 1997). The important role of organizational learning was highlighted by Ambrosini and Bowman (2009) who stated that ''learning allows tasks to be performed more effectively and efficiently as an outcome of experimentation.'' Also, Eisenhardt and Martin (2010)

further stated that ‘’learning mechanisms, such as repeated practice guide the evolution of dynamic capabilities (DCs) because it helps gain a deeper understanding of processes and thus develop more effective routines.’’

The third role: reconfiguration and transformation, presents the firm’s ability to be aware of the need to reconfigure the firm’s asset structure, and the ability to transform internal and external assets (Teece et al., 1997). Organizations need to observe markets constantly to detect progressions in technologies and they need to be willing to adapt these progressions in order to achieve best practices (Teece et al., 1997). Karim (2016) found that ‘’organizational structure reconfiguration was a dynamic capability (DC) because it enables business units to recombine their resources and to adapt to environmental changes such as changes in customer demand,’’ while positions represent ‘’the organization’s current positions of assets such as its plant and equipment and difficult to trade knowledge assets’’ (Teece et al., 1997). Ambrosini and Bowman (2009) stated that ‘’position lies on two dimensions, internal and external. Internal positions relates to the firms’ internal assets such as technological assets, complimentary assets, financial assets, reputational assets, institutional assets and structural assets, while external assets relate to the firms’ institutional and external environment’’ such as its current endowment in its customer base and its relations with suppliers (Teece & Pisano, 1994). The firm’s current position is determined by the market assets and organizational boundaries that the firm employs (Teece et al., 1997).

Paths refers to the strategic alternatives available to the firm, its history and path dependencies. Path dependencies explain that where a firms’ future lies is a function of its current position and its history. Earlier on, Teece and Pisano (1994) referred to paths as ‘’the strategic alternatives available to the firm, and the attractiveness of the opportunities which is ahead.’’ The technological opportunities that a firm has depends on how the industry is evolving and how fast scientific breakthroughs are being made (Teece et al., 1997).

It can be said that these three variables combined comprise the core model of dynamic capabilities (DCs) (Teece et al., 1997). The three factors aids the ability to react to market fluctuations appropriately and efficiently so as to use resources most efficiently in order to outperform competition. In essence, this can be considered as the main hypothesis of the theory as also stated by Li and Liu (2014), that dynamic capabilities (DCs) has a positive impact on competitive advantage. The argument behind this idea is that these factors can only provide competitive advantage if they are based on a collection of routines, skills and complimentary assets that are difficult to imitate and replicate. The ease on imitation can determine the sustainability of competitive advantage. As discussed earlier, usually these firm

2.2 Theoretical Review

The theory or model that underpin this study is the Dynamic Capabilities theory (DCT) or view. We shall discuss the Dynamic Capabilities theory and highlight its contributions and relevance to this study.

2.2.1 Dynamic Capabilities Theory (DCT) View

Dynamic capabilities theory (DCT) emerged as both an extension to and a reaction against the inability of the resource-based view (RBV) to interpret the development and redevelopment of resources and capabilities to address rapidly changing environments. Dynamic capabilities may be considered as a source of competitive advantage (Teece, Pisano and Shuen, 1997). Dynamic capabilities theory goes beyond the idea that sustainable competitive advantage is based on a firm's acquisition of valuable, rare, inimitable and non-substitutable (VRIN) resources. Dynamic capabilities are responsible for enabling organizations to integrate, seize and reconfigure their resources and capabilities to adapt to rapidly changing environments. Thus, dynamic capabilities are processes that enable an organization to adapt to rapidly changing environments.

Dynamic capabilities was first coined by Teece in 1990 (Zadi & Othman, 2012). According to Ambrosini and Bowman, (2019), Teece's (1990) working paper is probably the first to contribute to developing explicitly the notion of dynamic capabilities. It was an outcome of Gary Hamel's multinational strategy research, which led to his article titled ''Core Competences of the Corporation'' (Teece, Pisano and Shuen, 1997). In the words of Zahra, Sapienza and Davidson (2016) dynamic capabilities in literature is grounded in the evolutionary theory of the firm (Nelson & Winter 1982; 2013). Teece and Augier (2009) and Helfat et al. (2007) also saw earlier theories discussions as foundations for dynamic capabilities theory. First, the behavioural theory of the firm which was not as prescriptive and extended as dynamic capabilities theory, it is more narrowed to choices forced by the external environment.

Dynamic capabilities (DCs) theory proposed by Teece and Pisano (1994) is the extension from resource-based view (RBV) of the firm (Barney, 1986, 1991). Based on the resource-based view (RBV), firm in the similar industry perform differently because they have different kind of resources and capabilities (Barney, 1986, 1991; Peteraf, 1993) whereby resource-based view (RBV) is considered as static in nature and insufficient to explain the competitive advantage of the firm in changing market environment (Priem and Butler, 2011). Additionally, the resource-based view of the firm is looking at the unique, rare and inimitable resources that the firm has that created competitive advantage and firm growth (Barney, 1986), however, the process of maintaining competitive advantage is limitless and it is the dynamic process (Hung, Yang, Lien, McLean, & Kuo, 2010), hence scholars has proposed that in order for the firm to remain competitive in the market, the firm needs to develop specific capabilities and continuous learning (Argyris & Schon, 2018; Hammer, 2011; Jashapara, 2013; Senge, 1990; Zott, 2013)

which is from dynamic capabilities point of view especially in the new or changing market environment (Wilden, Gudergan, Nielson & Lings, 2013). The lack of dynamic capabilities will prohibit the firm to maintain their competitive advantage especially in the changing environment (Gnizy, Baker, & Grinstein, 2014). The application of dynamic capabilities in the past literature has shown an increasing interest by the scholars since the foundation of international ambidexterity literature (Hsu, Lien & Chen, 2013; Luo, 2012; Luo and Rui, 2019; Prange and Verdier, 2011) which explain ambidexterity as the firm capability to respond to the environmental complexity and international experience in the field of international business (Hsu et al., 2013).

The basic assumptions of dynamic capabilities (DCs) theory is that an organization's basic competencies should be used to create short term competitive positions that can be developed into longer-term cum sustainable competitive advantage (Nelson, 1982). Ferdinand, Graca, Antoriaacopou and Easterby (2014) and Rumelt, 2011) identified Dynamic Capabilities (DCs) as idiosyncratic to a firm but still exhibits commonalities across firms through path dependencies in their development, they can be developed by different firms from different points and along different paths. Dynamic capabilities are necessary but not sufficient in themselves in order to achieve long-term competitive advantage (Teece, 2007, 2012). He further discussed that the underlying assumptions of Dynamic Capabilities View (DCV) is that firms which are able to sense and seize new opportunities and further reconfigure their resources and capabilities in line with recognized opportunities and environmental change can create and to sustain a competitive advantage has been decreasing over time because of the volatile business environment (Wiggins & Ruefli, 2015).

Various researchers have contributed to the study of dynamic capabilities (DCs) theory for and against. There are various definitions of dynamic capabilities which needed to be consolidated (Doving & Gooderham, 2008; Teece, 2007; Teece et al., 1997; Winter, 2009; Zahra, Sapienza & Davidson, 2016; Zollo & Winter, 2012) among others. With the rapid growth of the dynamic capability literature and its diversity which has led to a rich but complex and somewhat disconnected body of research pointing to various directions (Barreto, 2010; Helfat, 1997; Galunic & Eisenhardt, 2011; Amit & Zott, 2011; Galunic & Eisenhardt, 2011; Makadok, 2001a; Rindova & Kotha, 2011; Verona & Rewasi, 2013; Mengac & Auh, 2016; Rothaeermel & Hess, 2017; Teece, 2007, 2009; Di Stefano et al., 2010; Kor & Mesko, 2013). Williamson (2019) argued that the Dynamic Capabilities (DCs) concept is technologically linked to success and not properly operationalized, while Winter (2013) attributed some mystery and confusion around the concept to its exclusive connection to generic formulas for universal effectiveness. Kraatz and Zajae (2011) stated that ''while the concept of dynamic capabilities is appealing, it is rather a vague and elusive one which has been proven largely resistant to observation and measurement''. Zott (2013) posited

that it is not the mere existence of dynamic capabilities that makes them relevant for the success of the firm in a turbulent and volatile market environment but the characteristics of those dynamic capabilities and how they are made use of.

Nevertheless, more intense criticisms have been levelled against the theory, such as the nature of the term itself and difficulties in determining the merits of the outcomes of the theory (Zahra, Sapienza & Davidson, 2016), difficulty in understanding the nature of dynamic capabilities (DCs) and the absence of clear models to measure these capabilities and how they affect the performance of organizations (Zott, 2013). The theory has also been criticized for being repetitive (Zollo and Winter, 2012) and ineffective in providing a complete answer regarding dynamic capabilities (DCs) and how they operate (Schreyogg & Kliesch-Eberl, 2007). Dynamic capabilities (DCs) theory has also suffered from a lack of clarity about what constitutes its core concepts (Ambrosini and Bowman, 2019). Despite the intense growth of studies discussing the idea of dynamic capabilities (Ambrosini and Bowman, 2009), the progress of the theory still requires further collective efforts from researchers to illustrate concepts related to the theory and how to link them to empirical practices within organizations (Wang and Ahmed, 2017).

The food and beverages manufacturing firms domicile in a competitive, volatile and unstable business environment, dynamic capabilities is effectively required for its survival and growth. The relevance of the dynamic capabilities theory (DCT) to this study and adopting dynamic capabilities in food and beverages manufacturing companies in South West, Nigeria is for them to identify and make use of dynamic capabilities in stable and turbulent periods that will enable their competitive advantage to be sustainable continuously.

2.3 Empirical Review

Ogunkoya, Hassan and Shobayo (2014) examined the relationship between dynamic capabilities and competitive advantage in First bank of Nigeria Plc. The population consists of 250 staff of First Bank of Nigeria (FBN) Plc; while the samples size comprise of 137 staff. The study utilized a descriptive research design. However, the study adopted questionnaire as a reliable source of data collection, whereby primary data was used to elicit respondents' opinion on the research topic. Their findings revealed that dynamic capabilities had little importance on the organization's competitive advantage. An organization that brings about new ideas (dynamic capabilities) bring together many resources in the form of collaborating with other organizations in order to achieve its goals and objectives. Organizations were encouraged to create new ideas that are distinct from its competitors (dynamic capabilities) in order to satisfy and retain their consumers while also building strong goodwill for the organization.

Wu (2010) appraised the role of environment dynamics, the applicability of the resource-based and dynamic capabilities view in volatile markets. The study examined 253 Taiwanese firms. He adopted

the research design method and applied correlation and regression analysis to test the hypothesis. The main hypothesis in the study stated that a firm's dynamic capabilities relate positively to firm competitive advantage and that volatile markets do not weaken the positive relationship between them. The findings indicated that dynamic capabilities in highly volatile markets effectively enhance the firm's competitive advantage.

Lin and Wu (2014) applied the resource-based view to study the mediating effect of dynamic capabilities on improved performance in 84 small and medium enterprises (SMEs) in China and found a positive correlation. They adopted the research design approach and applied the chi-square statistics to analyse the results of the study. They argue that valuable, rare, imperfectly inimitable and non-substitutable (VRIN) resources positively affect the development of dynamic capabilities. The result of this study emphasizes that by accumulating resources and developing dynamic capability, firms can improve their competitive advantage and their performance.

Akwei, Peppard and Hughes (2012) examines how dynamic capabilities are created using 36 manufacturing firms in Lagos and Osun States. The study adopted the grounded theory methodology with the aim of developing substantive theory of dynamic creation. The constant comparison method was used to analyse the data collected. The findings from the study reveal that dynamic capabilities are developed and renewed through continuous internal activities and external activities. While Helfat and Peteraf (2013) studied the dynamic resource-based view of capability lifecycles and introduced the concept of capability lifecycle, they argued that the capability lifecycle provides a structure for a more comprehensive approach to dynamic resource-based theory. The study concluded that the dynamic resource based view must include, as one of its prime components, an understanding of the evolution of resources and capabilities.

Kindstrom, Kowalkowski and Sandberg (2013) found that among eight manufacturing firms in Denmark, the micro foundations identified are elements of sensing, seizing and reconfiguring, although with some variations in the extent to which they are implemented and activated by dynamic capabilities. This finding is also collaborated by Ridder (2012) who examined how firms in the Netherlands achieves competitive advantage. He found that competitive advantage in innovation rests to a large extent on the ability of firms to sense opportunities for accessing new external resources, seize these resources and reconfigure them internally.

Wilden, Gudergan, Nelson and Lings (2013) conducted a study titled: ‘’dynamic capabilities and performance: strategy, structure and environment’’ using 124 manufacturing firms in Australia as case study. Results from Partial Least Square and Structural Equation Modelling (PLS-SEM) analyses indicate that organic organizational structures facilitates the impact of dynamic capabilities on organizational performance. Furthermore, they found out that the performance effects of dynamic capabilities are

contingent on the competitive intensity faced by firms. To test their hypotheses, the authors used financial data from 124 large Australian firms. They further found that there exists performance effects of internal alignment between organizational structure and dynamic capabilities, as well as the external fit of dynamic capabilities with competitive intensity. They outline the advantages of PLS-SEM for modelling latent constructs, such as dynamic capabilities, and conclude with managerial implications. Their study concluded that dynamic capabilities have a positive effect on sales growth and financial solvency when firms are faced with increasing levels of competitive intensity.

Other researches reveals a compelling interpretation of dynamic capabilities as indirectly influencing the firm's performance (Zott, 2013); Eisenhardt and Martin, 2010; Helfat and Peteraf, 2013; Teece, 2007; Zahra et al., 2016). The indirect relationship results from the idea that dynamic capabilities originates and define the firm's individual resource configuration which shapes the firm's competiveness and therefore performance (Gaunic & Eisenhardt, 2011; Kogut & Zander, 2012; Porter, 1994; Zott, 2013; Jekel, 2019).

3.0 METHODOLOGY

3.1 Instrumentation and Data Analysis Techniques

This study adopted the survey research design. Primary data were collected using a structured questionnaire. Six hundred and ninety-two (692) questionnaires were distributed among the middle-level managers and top managers of the eleven (11) quoted Food and Beverages Manufacturing companies in South Western, Nigeria. Secondary data were collected by the use of desk-search technique from published reports and other documents. Secondary data sources include the company's publications, periodicals and information obtained from the internet. Secondary data was also obtained from previous studies done on Dynamic Capabilities and Firm Performance and the manufacturing sector in general. The researcher also obtained the necessary firm performance measurement data of the eleven (11) quoted Food and Beverages manufacturing firms from the Nigerian Stock Exchange (NSE) to confirm the current performance of these firms.

The analysis of data was carried out in two stages which is the descriptive and inferential Descriptive analysis were carried out using percentage distribution tables, mean and standard deviation. This analysis showed an insight into the pattern of responses by the respondents as it relates to the variables of study. The views of the respondents on dynamic capabilities and firm performance were provided. The hypotheses were analysed using correlation and regression with the aid of the Statistical Package for Social Sciences (SPSS). A total of six hundred and ninety two (692) copies of questionnaire were administered by the researcher to the top and middle managerial staff of the quoted food and

beverage manufacturing companies in South-west, Nigeria. Properly completed and returned copies of the questionnaire were 643 which represents 92.9%.

4.0 ANALYSIS AND RESULTS

4.1 Data Analysis and Results

The tables below summarize the analysis and results obtained from the data gathered from the study.

Table 4.1: Results of Correlation Analysis between Product Innovation Capability and Sales Growth

Variable	Tools of Analysis	Product Innovation Capability	Sales Growth
Product innovation capability	Pearson Correlation	1	.790
	Sig (2 tailed)		.000
	N	643	643
Sales Growth	Pearson Correlation	.790	1
	Sig (2-tailed)	.000	
	N	643	643

Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)

Source: Field Survey, 2025

Table 4.2: Results of Regression Analysis between Strategic decision making capability and employee turnover

Model Summary

Model	R	R square	Adjusted R	Std. Error of the Estimate
1	.819	.671	.670	6.18883

a. **Predictors: (Constant), Strategic Decision Making Capability**

The Overall Significance

Model		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	50033.686	1	50033.686	1306.308	.0000
	Residual	24551.322	.641	38.302		
	Total	74585.008	.642			

a. **Dependent Variable: Employee Turnover**

Coefficients

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1	6.585	1.057		6.228	

a. **Dependent Variable: Employee Turnover**

Source: Field Survey, 2020

Table 4.3: Result of Pearson product-moment correlation analysis between Competitive Intensity and operating cash flow

Correlations

Variables	Tool of Analysis	Competitive Intensity	Operating Cash flow
Competitive Intensity	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	1 643	.769 .000 643
Operating Cash Flow	Pearson Correlation Sig. (2-tailed) N	.769 .000 643	1 643
Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed)			

Source: Field Survey, 2021

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.522	.272	.271	6.39515

a. **Predictors: (Constant), Technological Capability**

The Overall Significance

Model		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	9796.671	1	9796.571	239.537	.000
2	Residual	26174.694	640	40.898		
	Total	35971.265	641			

a. **Dependent Variable: Return on Equity**

b. **Predictors: (Constant), Technological Capability**

Table 4.4: Result of Correlation between Technological Capability and Return on Equity

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	T	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	14.639	1.042		14.048	.000
	Technological Capability	.708	.046	.522	15.477	.000
	Return on Equity	.614	.043	.513	14.036	.000

a. **Dependent Variable: Return on Equity (ROE)**

Table 4.5: Results of Correlation Analysis between Technological Turbulence and Working Capital Management

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	**.522**	**.272**	**.271**	**6.39515**

a. **Predictors: (Constant), Technological turbulence**

The Overall Significance

Model		Sum of Squares	Df	Mean Squares	F	Sig.

1	**Regression**	**9796.571**	**1**	**9796.571**	**349.537**	**.000**
	Residual	**26174.694**	**640**	**40.898**		
	Total	**35971.265**	**641**			

a. **Dependent Variable: Working Capital Management**

b. **Predictors: (Constant), Technological Turbulence**

Coefficients

Model		**Unstandardized Coefficients**		**Standardized Coefficients**	**T**	**Sig.**
		B	**Std. Error**	**Beta**		
1	**(Constant)**	**14.639**	**1.042**		**14.048**	**.000**
	Technological Turbulence	.708	.046	.522	15.477	.000

a. **Dependent Variable: Working Capital Management.**

The results of the correlation analysis table in Table 4.1 revealed that there was a strong and significant relationships between product innovation capability and sales growth at ($r = 790$, $p < 0.05$). Again, the results of the correlation analysis in Table 4.2 revealed that strategic decision making capability had positive and significant relationship with employee turnover at ($B = 0.963$; $F(1.641) = 1306.308$; $r = 0.819$, R square = 0.671, $p < 0.05$). The results from the correlation table in Table 4.3 also indicated that there is a strong and positive relationship between technological capability and return on equity at ($B = 0.708$; $F(1.640) = 239.537$; $r = 0.522$, R square = 0.272; $p < 0.05$). The results of the correlation analysis in Table 4.4 also revealed that competitive intensity had significant relationship with operating cash flow at ($r = 0.790$; $p < 0.05$). The results of the correlation analysis in Table 4.5 indicated that technological turbulence had a strong and significant relationship with working capital management at ($B = 0.708$; $F(1.042) = 15.477$; $r = .046$, $p < 0.05$).

5.0 CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

Dynamic capabilities have been applied across several sectors of the economy and have yielded different results. In some situations, it yielded a positive result, while in other situation a negative result. The findings indicate that for organizations to continuously sustain their competitive advantage and outperform their competitors in the dynamic business environment, they should adopt these components of dynamic capabilities which are product innovation capability, strategic decision making capability, technological capability, competitive intensity and technological turbulence elucidated in this study. To

strategically achieve a fit between competitive factors, environmental factors and internal factors, optimality of performance needed to be attained. It can be concluded that as manufacturing firms adopt dynamic capabilities of product innovation, strategic decision making, technological capability, competitive intensity and technological turbulence, they will remain relevant and competitive in their industry. The study further suggested that the adoption of dynamic capabilities even in the persistent volatile and dynamic business environment will result in positive outcomes of improved organizational performance.

Apart from the implementation of dynamic capabilities affecting performance positively in our study, the effect of externalities (environmental variables) was considered on how it affects the implementation of dynamic capabilities on the performance indicators of the firm and it was clearly shown that competitive intensity and technological turbulence plays a significant role in the relationship between the adoption of dynamic capabilities and firm performance. This was evident in the result of the moderating variables of competitive intensity and technological turbulence on the relationship between dynamic capabilities and firm performance.

The study found out that the adoption of dynamic capabilities to enhance firm performance was germane to food and beverages manufacturing firms generally since they are operating in a complex, volatile, turbulent and dynamic competitive business environment. The following recommendations are made to food and beverages manufacturing firms based on the findings:

- Top and middle level management team needs a thorough understanding of their business environment in order to appropriately take decisions that will enhance the sustenance, survival and growth of the firm.
- The commitment of top and middle level managers to the entire manufacturing process and the adoption of dynamic capabilities cannot be overemphasized if the manufacturing firms must successfully remain consistently competitive in their industry.
- The human resources of a firm is the most important asset/resource of the firm since they are to make proper/appropriate use of all other resources. It is pertinent that management seek for employees' suggestions and inculcate them for product enhancement.
- Since there are various components of dynamic capabilities available in manufacturing firms, a firm that would like to adopt dynamic capabilities need to create an adoptable model that fits well into their operations than imitating another company's model especially companies not in the same industry.

REFERENCES

Adeoye, A. O. & Elegunde, A. F. (2012). Impact of external business environment on organizational performance in the Food and Beverage Industry in Nigeria. British Journal of Arts and Social Sciences, 6(2), 194-201.

Adner, R., & Helfat, **J. (2002**). Corporate effects and dynamic managerial capabilities. Working Paper Series, INSEAD.

Akpan, P. L., Ikon, E. K., Chukwunonye, M & Momoh, N (2016). Economic environment and performance of food and beverages sub-sector of a developing economy: Nigeria. International Journal of Recent Research in Commerce Economics and Management (IJRRCEM), 3(3), 85-90.

Barney, J. B. (2001). ''Is resource-based view'' a useful perspective for strategic management research? Yes. Academy of Management Review, 26(1), 41-56.

Barreto, L. (2010). Dynamic capabilities: A review of past and an agenda for the future. Journal of Management, 36(1), 256 – 280.

Bellner, B. W. (2013). Dynamic managerial capabilities and competitive advantage: An empirical analysis of managers from the finance and insurance and real estate sectors. Ph.d Thesis in Doctor of Business Administration of Edinburgh Business School, Heriot-Watt University.

Chandler, A. D. (1962). Strategy and structure: Chapters in the history of the industrial enterprise. Cambridge: M. I. T.

Chandy, R. K. & Tellis, G. J. (1998). Organizing for radical product innovation: the overlooked role of willingness to cannibalize. Journal of Marketing Research, 35, 474-484.

Donldson, T. & Preston, L. (1995). The Stakeholder theory of the corporation - Concepts, Evidence and implications. Academic Management Review, 20(1), 65-91.

Douma, S., & Schreuder, H. **(2002**). Economic approaches to organizations. London: Financial Times, Prentice-Hall.

Freeman, R. E. (2004). The stakeholder approach revisited. Zeitschrift for Wirtschafts and Unternedmensetkhik, 5, 228-241.

Freeman, R. E., Wicks, A. C., & Parmar, B. (2004). Stakeholder theory and ''The corporate objective revisited''. Organization Science, 15(3), 364-369.

Helfat, C. E., & Peteraf, **M. A. (2003).** The dynamic resource-based view capability lifecycles. Strategic Management Journal, 24(10), 997-1010.

Helfat, C. E., Finkelstein, S., Mitchell, W., Peteraf, **M., Singh, H. & Winter, D. (2007**). Dynamic capabilities: understanding strategic change in organizations, UK, Blackwell.

Kaplan, R. S., and D. P. Norton (**1992**). The balanced scorecard. Harvard Business Review, 71(5), 134 – 137.

Nwankwere, I. A. (2017). Dynamic Capabilities and Firm Performance of Selected Food and Beverages Manufacturing Companies in Lagos State, Nigeria. Unpublished Ph. D Thesis Submitted to the Department of Business Administration and Marketing, School of Management Sciences, Babcock University, Ilisan-Remo, Ogun State, Nigeria.

Nzewi, H. N., Mgbemena, I. & Osisioma, H. E. (2016). Dynamic Capabilities and Firm Performance of Selected Commercial Banks in Awka, Anambra State, Nigeria. European Journal of Business and Social Sciences, Vol. 4, No. 10.

ObIsi, C. (2013). Nigerian business environment daunting: Challenges and suggested solutions. British Journal of Economics, Finances and Management Sciences, 7(1), 47-52.

APPENDIX V

NIGERIAN STOCK EXCHANGE (NSE) INDUSTRY REPORT FOR THE QUOTED FOOD AND BEVERAGES COMPANIES IN SOUTH-WEST, NIGERIA (1993 – 2018)

WRONGFUL TERMINATION OF CONTRACTS OF EMPLOYMENT IN NIGERIA –A CASE FOR REINSTATEMENT OF PRIVATE EMPLOYEES

DR. CHUKWUEMEKA G. EME

Department of Business Administration, Faculty of Management Sciences,

National Open University of Nigeria (NOUN), Jabi – Abuja

Abstract

One burning issue in the modern day labour and employment relations in Nigeria is the security of tenure of employment. The law had developed from the common law position under the statutes where little protection is afforded employees in employments regulated by statutes down to the present day world of labour wherein security of tenure of employment acquired international outlook. At common law, termination of employment or dismissal of an employee brings the contract of employment in question to an end. Under employments regulated by statutes or regulations made pursuant to powers granted by a statute, termination is not a fait accompli as once it is shown that the termination or dismissal was unlawfully carried out without strict compliance with the procedure prescribed by statutes, the purported termination or dismissal will be declared null and void. However, this statutory protection is only available in contracts protected by statutes and not ones governed purely by contract agreement entered into by parties inter se. However, there is now a move away from what security of tenure has been hitherto in some countries to the new international stand on security of tenure of employment. This position can be found in the International Labour Organization (ILO) standards on unfair dismissal provided for in the International Labour Organization Convention which is considered in this paper. The researcher undertake the task of the meaning of unfair dismissal, a comparative appraisal of unfair dismissal situations in Nigeria and other jurisdictions. The researcher adopt construction of statutes, case laws, journal articles, textbooks and Internet materials as part of his methodology. At the end, the researcher found out that virtually every dismissal and termination situations in Nigeria amounts to unfair dismissal when tested against ILO standards on unfair dismissal. The researcher then recommend that there is need to fill the glaring gap in the Nigerian law on termination of employment to bring it in line with the International Labour Organization's standards.

Key Words: Wrongful/unfair dismissal, employer, employee, ILO Convention, labour and industrial law, Nigeria

1.0 Introduction

1.1Meaning of Unfair/Wrongful Dismissal

The concept of unfair/wrongful dismissal though a novel idea in Nigeria labour jurisdiction has not lent itself to a precise definition as there is scarcity of academic work on the concept in the world over, particularly in Nigeria, where the concept has not really been given recognition. However, a reasonable

inference can be taken from Osborn's Concise Law Dictionary which attempts to explain and not to define the concept. The dictionary citing English Employment Act states that when an employee can prove that he has been dismissed, the burden of proving the reason for the dismissal is on the employer. The determination of whether the dismissal was fair or unfair depends on whether having regard to the reason shown by the employer, the employer acted reasonably or unreasonably in treating it as a sufficient reason for dismissing the employee. Certain reasons for dismissal are automatically unfair, including those related to membership or non-membership of a trade union, pregnancy, exercising rights under working time regulations or a statutory right.

1.2 Standards on Unfair Dismissal

International Labour Organization (ILO) in its efforts to set standards of practice in the work place particularly relating to security of tenure of employment fashioned out recommendations concerning termination of employment and Convention on Termination of Employment. The Organization was influenced in its decision to fashion out the above recommendation and convention as a panacea to the ugly situation where an employer can dismiss his employee without any reason or motive. Such a situation is described as a violation of all things fair and just.

It is also said that such a situation amounts to violation of Article 4 of ILO convention 158 of 1982 which provides that ''the employment of a worker shall not be terminated unless there is valid reason for such termination connected with the capacity or conduct of the worker or based on the operational requirements of the undertaking establishment or service.

The thrust of the Convention is to ensure both substantive and procedural fairness before dismissal or termination of employment at the will of the employer. Thus, the employer is required to give a valid reason for dismissal or termination. A reason is valid if and only if it is connected with the capacity or conduct of the employee. Such reasons that are connected with the capacity or conduct of the employee are reasons such as gross misconduct, incompetence, disobedience, negligence and such reasons that may be deemed to be connected with the operational requirement of an undertaking, establishment or service such as transfer of undertaking, privatization as in Nigeria, merger and acquisition or takeover of an undertaking as provided in Nigerian laws.

This means that any exercise of power of termination of employment or dismissal of an employment contrary to the provisions of the above Convention is unfair.

Article 2 of the Convention provides that ''the Convention applies to all branches of economic activities and to all employed person''. The phrase 'all employed persons' depicts any person who is engaged in a gainful employment of any category. By the above provision of article 2, the provisions of the Convention apply to employees in purely master-servant relationship as it applies to employees whose contract of

employment is backed by statutes without any discrimination. This is unlike in Nigeria labour and industrial law jurisprudence where a clear- cut distinction exists between master-servant relationships and employment relationships protected by statutes or regulation made pursuant to a statutory provision. This distinction in Nigeria can be seen in the work of Animashaun when he stated that:

> *The status and implication of employment with statutory flavour in contra-distinction with master-servant relationship was fully explored by Karibi Whyte in Imoloane v WAEC where he said it is now accepted that where a contract of service is governed by the provisions of a statute or where the conditions of service are contained in regulations derived from statutory provisions, they invest the employee with legal status higher than the ordinary one of master-servant relationship. They accordingly enjoy statutory flavour.*

This implies that since no distinction exists in ILO standards which was embedded in the ILO Termination of Employment Convention, the distinction with respect to the available remedies to those distinctive categories of contract of employment in Nigeria becomes *non-sequitor*. The appropriate authority to determine the fairness or otherwise of the termination can make any order that is appropriate in the light of the facts and circumstances of a particular case. This is made manifest in the provision of Articles 8 and 9 of the Convention. The provisions of these Articles are set out *seriatim.* Article 8 (1) provides that a worker who considers that his employment has been unjustifiably terminated shall be entitled to appeal against that termination to an impartial body such as a court, labour tribunal, arbitration committee or arbitrator at the place where termination occurred''. Article 9 (1) provided thus: ''The bodies referred to in Article 8 of the Convention shall be empowered to examine the reasons given for the termination was justified''.

In doing so, the body will shift the burden of proving the reasons for termination to the employer. The court shall also have regard to evidence produced by parties and procedures provided by national laws.

The body shall then decide whether the reasons adduced for the termination was sufficient valid reasons recognized by Article 4 of the Convention. Article 5 of the Convention captures what does not constitute valid reasons for termination of employment. It provides ''that the following inter alia shall not constitute valid reasons for termination''.

> *(a) union membership or participation in union activities outside working hours or, with the consent of the employer within working hours;*
>
> *(b) the filling of a complaint or the participation in proceedings*

against an employee involving alleged violation of laws or regulations or recourse to competent administrative authorities;

(c) *seeking office as or acting or having acted in the capacity of a worker's representative;*

(d) *race, colour, sex, marital status, family responsibilities, pregnancy, religion, political opinion, national extraction or social origin, and*

(e) *absence from work during maternity leave.*

The implications of the above is that any determination of a contract of employment in any manner based on these reasons amounts to unfair dismissal. Still, on invalid reasons for determination of contract of employment, Article 6 of the Convention provides that temporary absence from work because of illness or injury shall not constitute a valid reason for termination. What this entails is that when the illness is protracted and in such a nature that affects the capacity of the employee to carry out the object of the contractual relationship, it may well justify termination of the contract of employment. The definition of what constitutes temporary absence from work, the extent to which medical certification shall be required and possible limitations to the application of paragraph 1 of the Article shall be determined in accordance with the methods of implementation referred to in Article 1 of the Convention.

Also, Article 7 of the Convention provides that the employment of a worker shall not be terminated for reasons related to the workers conduct or performance before he is provided an opportunity to defend himself against the allegations made unless the employer would not be reasonably expected to provide this opportunity. The provision of the Article reiterates the fundamental principles of fair hearing in the determination of contract of employment. According to Abugu, the Convention provides that a worker is entitled to notice except in cases of serious misconduct or compensation in lieu thereof. Dismissal for serious misconduct should be limited to cases where the employer cannot in good faith be expected to take any other alternative or option. A worker accused of misconduct should be given adequate opportunity to state his case promptly, with the assistance of a representative where appropriate.

The term 'serious misconduct' is not defined in the Convention and its interpretation is left to each country.

However, the Convention provides that a member state may exclude the following categories of employed persons from all or some of the provisions of the Convention: (a) workers engaged under a contract of employment for a specified period of time or a specified task; (b) workers serving a period of probation or a qualifying period of employment, determined in advance and of reasonable duration; (c) workers

engaged on a casual basis for a short period. Despite the leverage seemingly allowed member-states to exclude certain categories of workers from the operation of the Convention if they so wish, the Convention went ahead to impose obligations on a member-state who wishes to exclude such workers from the application of the Convention. The safeguard is embedded in Article 2 (3) of the Convention. It provides that ‘’adequate safeguards shall be provided against recourse to contracts of employment for a specified period of time the aim of which is to avoid the protection resulting from the Convention. This creates an obligation on a member-state which intends to exclude the provisions of the Convention to certain employed persons to afford such persons protections equivalent to the protections afforded them under the Convention. This is indeed an international entrenchment of security of tenure to vulnerable categories of employees. This is contrary to the common law position of termination at will in Nigeria.

2.0 Unfair Dismissal Situations in Nigeria

A careful perusal of the International Labour Organization standards on unfair dismissal deducible from the Convention on Termination of Contract of Employment shows that certain dismissal and/or termination of contracts of employment in Nigeria amounts to unfair dismissal when tested against the Standards. An attempt is made hereunder to highlight some of such situations.

2.1 Termination without Reason

The position that the employer is not bound to give reasons for termination of his employee’s contract has severally been upheld by courts in Nigeria. In Momoh v. CBN, the Court held that ‘’ordinarily, at common law, a master is entitled to dismiss his servant from his employment at any time with good or bad reason or for no reason at all…’’ A master can terminate a contract of employment at any time with good or bad reason or no reason at all.

The only obligation under the common law applicable in Nigeria on an employer is to act within the bounds of the terms of the contract of employment or statutes regulating the contract of employment of the parties sought to be terminated. Although the employer is not bound to give reason, where he relies on any reason he will be bound to substantiate the reason as was held in NEPA v. Eboigbe. Except where the employer relies on a reason, the onus of proving the wrongfulness or unlawfulness of termination rests squarely on the employee who is alleging wrongful or unlawful termination. In such a circumstance, the employee is required to prove to the satisfaction of the court that ‘’(a) he is an employee of the defendant; (b) the terms and conditions of the employment ; and (c) the manner and by whom he can be removed. The common law right of an employer to terminate a contract of employment in Nigeria is also anchored on the principle that he who hires has a right to fire. However, the employer must adhere to the conditions under which the employee was hired before he can validly fire the employee. Otherwise, the employer can *ipso facto* be held liable for wrongful or unlawful termination of the services of the employee. It is

therefore evident that purported exercise of right of termination or dismissal which exists in Nigeria at present without the requirements of reasons amounts to unfair dismissal when tested against the ILO standards on unfair dismissal which are contained in ILO Termination of Employment Convention particularly Articles 2 and 4 of the Convention.

2.2 Dismissal in Consequence of Union Activities

Employees embark on union activities to force on employees the conditions and terms which are favourable to them. Such union activities include strikes, lock out, and work-to-rule, picketing, go slow, and so on. But of major interest in this work is strike because of its recurrence in labour relations in Nigeria.

Strike is defined in section 4 of the Trade Dispute Act as:

> *the cessation of work by a body of persons employed acting in combination or, a concerted refusal under a common understanding of any number of persons employed to continue to work for an employer in consequence of a dispute, done as a means of compelling their employer or any person or body of persons employed, to accept or not to accept terms of employment and physical conditions pf work.*

The cessation of work includes deliberately working at less than usual speed or with less than usual efficacy. According to Lord Denning in Trampshipping Corporation v. Greenwhich Marine Inc., strike is a concerted stoppage of work by men… with a view to improving their wages or conditions of employment or giving vent to their grievance or making a protest about something or others or supporting or sympathizing with other workmen in such endeavour. The right to strike is an essential element of the principles of collective bargaining. It is essential element not only of the unions' bargaining itself, but also a necessary sanction for enforcing agreed rules. In Union Bank of Nigeria Ltd v. Edet, Uwaifo, J. C. A. (as then was) stated that ''it appears that whenever an employer ignores or breaches a term of that agreement, resort could be had, if at all, to negotiation between the union and the employer and ultimately to a strike action should the need arise for enforcing agreed rules.

According to Oturu,

> *The right to strike is also an integral part of the freedom of every citizen to associate with others, particularly to form or join a trade union of his choice for the protection of his interest, which is entrenched in section 40 of the Constitution. Part of this freedom is the right of every citizen to give or withdraw his services by giving*

> *notice to his employer in accordance with the terms of his employment. A denial of his right will amount to forced labour, which is a violation of section 34 of the Constitution except in justifiable circumstances.*

The position of law in Nigeria under the statute can be found in section 43 of the Trade Disputes Act which provides that:

> *Notwithstanding anything contained in this Act, or in any other law – Where any worker takes part in a strike, he shall not be entitled to any wages or other remuneration for the period of the strike, and any such period shall not count for the purpose of reckoning the period of continuous employment and all rights dependent on continuity of employment shall be judicially affected accordingly.*

This position of the law was sanctioned by the Court in the case of Abdulraheem v. Olufeagba. This shows that strike action amounts to a breach of contract of employment and upon which employers rely on to relieve workers of their employment. Workers in Nigeria have been threatened and victimized as a result of their involvement in a strike action. The position in Nigeria contrasts sharply with the position under the International Labour Organization standards on unfair dismissal entrenched in the ILO Termination of Employment Convention which provides inter alia that union membership or participation in union activities outside working hours, or with the consent of the employer, within working hours shall not be valid reason for termination. It is unfair to dismiss a worker who embarks on a strike action in Nigeria. This is particularly bearing in mind the unenforceability of collective agreements in Nigeria where it takes only but a strike action to enforce a collective agreement duly signed by parties in a trade dispute. Exercise of right to strike must not attract punitive consequences of dismissal or termination of employment because it is what makes collective bargaining and its attendant agreement effective. It is to the process of collective bargaining what an engine is in a motor vehicle. Consequently, any dismissal or termination in consequence of a union activity amounts to an unfair dismissal.

2.3 Dismissal without Notice

It is a notorious principle of law in Nigerian labour and employment jurisprudence that an employer can dismiss his employee without notice. Any employee who is guilty of misconduct which is weighty and of such a character as to undermine the relationship of confidence and trust which should exist between the employer and the employee could be summarily dismissed. Therefore, the act of an employee which is against the interest of his employer amounts to gross misconduct which entitles the employer to dismiss the employee summarily without the necessity of notice under the law regulating dismissal of an employee

in Nigeria. It is also worth mentioning here that a statutory recognition of right of an employer to dismiss an employee without notice exist in section 11(5) of Labour Act. The section provides that ‘’nothing in this section affects any right of either party to a contract to treat the contract as terminable without notice by reason of such conduct by the other party as would have enabled him so as to treat it before the making of this Act.

The vital point here is that there exists a difference in Nigeria law on requirement of notice in termination and dismissal. Whereas dismissal dispenses with notice, termination *strictu sensu* requires notice or payment of salary in lieu of notice. The ILO Termination of Employment Convention containing the ILO standards on unfair dismissal also recognizes the right of an employee to notice or payment of salary in lieu of notice in Article 11 of the Convention. Also Article 7 of the Convention makes notice a condition in any case of termination of contract of employment.

2.4 Dismissal and Termination Motive Irrelevant

The position of the law in Nigeria is that motive for terminating a contract of employment is irrelevant provided the employer complies with the terms of the contract of employment or statutory provisions regulating the contract of employment. What this means is that an employer who is actuated by malice or bad faith can just comply with the provisions of a statute regulating an employment in the case of employments with statutory flavour or terms of the contract of employment in the case of contract of employment without statutory protection. This is supported by Nwagbara when he states that ‘it is now settled that where an employer gives the required notice to terminate, the validity of the termination cannot be challenged on the grounds that the employer was actuated by ill will or malice or any other improper motive’. Agomo also states that ‘’the reason or motive for termination is immaterial at common law. It may be spiteful, punitive or petty. The question is whether the termination is wrongful or not’’.

The current position in Nigeria is that an employment will terminate at the end of the notice period given even where the termination is prompted by improper motive. The law that motive of termination or dismissal is irrelevant provided an employer complies with the notice period or the statute regulating the employment is no longer tenable particularly in the light of the ILO standards on unfair dismissal. According to Chianu, it is a great pity that in cases of unjustifiable dismissal including outright victimization, the courts allowed the issue to degenerate into the payment of a small sum of money, for this allows employers ‘’buy our undesirables cheaply’’. This shows that Nigerian labour and industrial law experts are no longer comfortable with the common law position on irrelevancy of motive of termination and dismissal. The National Industrial Court is also making effort towards a move away from the common law position. In Petroleum and Natural Gas Senior Staff Association of Nigeria v.

Schlumberger Anadrill Nigeria Ltd, the National Industrial Court preside over by the President of the Court, Honourable Justice Adejumo said:

> *The respondent also argued that it has the right to terminate the employment of any of its employees for reasons or no reason at all. While we do not have any problem with this at all, the point may be made that globally it is no longer fashionable in industrial relations and practice to terminate an employment without adducing any reason for such a termination.*

Appraising the above dictum, Agomo states that:

> A careful reading of this opinion clearly shows that the employment At will is still the law, but a caveat that it is no longer in keeping with global best practices. The fact that the NIC made this observation is a pointer to the direction of the law. The N I. C. is beginning to do for the private sector, which changed the face of individual employment law in Nigeria.

3.0 Conclusion and Recommendations

The policy of termination and dismissal in Nigeria is regulated by common law except where there is statutory provision regulating a particular employment. There is a need to move away from this ancient and archaic rule which permits an employer to dispense with their workers at any time without any reason bearing in mind that the only obligation on them is to fulfil all righteousness by complying with the formality required by the terms of the contract of employment or provision of a statute regulating the employment in question. Thin ILO Termination of Employment ere is need for Nigeria to pursue a policy of fair dismissal by ensuring the application of ILO Termination of Employment Convention 158 of 1982. It is time for Nigeria to look beyond the formality and question the motive for such termination or dismissal at least to afford employees a little sense of security which is the global trend in the world of labour and industrial relations.

There is therefore the need for Nigeria to enact Unfair Dismissal Act. Nigerian government through the legislative arm should make haste to enact an Act which will regulate unfair dismissal in Nigeria. In this Act, provision should be made bringing all categories of employees except probationers, casual workers and domestic workers within the scope of the application of the Act. Also the Act should make provisions which will ensure justification for termination of contracts of employment and adopt all the invalid reasons for termination of contract of employment provided in ILO Termination of Employment Convention. In

addition, provision for reinstatement and re-engagement as remedies for unfair dismissal in the proposed Unfair Dismissal Act is necessary irrespective of the nature of the contract of employment involved. Reinstatement is taking the employee back to his old job. This will encourage the employer to train and retrain his employees knowing full well that he cannot terminate the contract of employment of his employee without reason and if he does, the employee will be put back to his job or a job commensurate with his old job. More still, the subtle and seeming controversial distinction between termination and dismissal should be removed statutorily. Once a contract of employment is sought to be determined in whatever form, the employer or employee seeking to determine the contract of employment should be made to do so with valid reason in line with the provision of the proposed Unfair Dismissal Act. Finally, the Unfair Dismissal Act to be enacted for purposes of regulating unfair dismissal situations in Nigeria should also have provision for fair hearing. This fair hearing provision should be available to all categories of employees. Both employees in contracts of employment with statutory flavour and employees in pure master-servant relationship should be entitled to fair hearing in accordance with the provisions of the Nigeria Constitution.

References

Abugu, J. E. O. (2009). ILO Standards and the Nigerian Law of Unfair Dismissal, AJICL, Vol. 17, No. 2 (2009) p. 183.

Agomo, C. K. (2019). Nigerian Employment and Labour Relations, Law and practice. Op cit p. 169 see also Taiwo v. Kingsway Stores Ltd. (1950) 119 NLR, 122; Nwankwo v. Sapele Urban District Council (1965) 1 ALLNLR 224; UBA Plc v. Oranuba {2014} 47 NWLR (Pt. 154) 470 N.L.C.

Akinfe v. UBA Plc {2007}10 NWLR (pt. 1041)189: Garuba v. k.l.c. Ltd {2005} 5 NWLR (pt. 917) 160; Jumbo V, P.E.F.M. {2005}14 NWLR (pt. 945) 443.

Akintola, B. (2011). Legal Redress for Wrongful Termination of Contract of Employment. NWLR, Vol. 5, No. 2 (2011), p. 12.

Animashaun, O. (2008). A Novel Idea in Nigerian Employment Law. NWLR, Vol. 2, No. 1 (2008) p. 1.

Animashaun, O. (1988). Foisting a Willing Employee on an unwilling Employer: The Remedy of Re-instatement Revisited' op. cit p.5 see also Olatunbosun v. NISER Council {1999} 3 NWLR (PT.9) 25 at 40; Eperokun v. Unilag {1986} 4 NWLR (PT. 34) 162 at p.201.

Constitution of Federal Republic of Nigeria, 1999 as (amended).

Dauda v. UBA Plc {2004} 9, NWLR (pt. 878) 276 at 280; Chukwuma v. S.P.D.C. (Nig.) Ltd. {1993} 4 NWLR (pt. 289) 512.

English Employment Rights Act, 1996; S. 98(1).

ILO Convention 158 on Termination of Employment Replaced ILO Recommendation of 1963.

ILO Convention 158 on Termination of Employment, 1982, Article 4.

ILO Recommendation 119 Concerning Termination at the Initiative of the Employer, 1963.

ILO termination of Employment Convention op cit Article 9(2) 9) 98; Akinnibosun v. Union Bank of Nigeria Plc {2014} 48

L.C.R.I. v. Mohammed {2005} 11 NWLR (pt 935) 4; Olaniyan v. Unilag {1985} 2 NWLR (pt. 9)

Obe v. Nigersol Const. Co. Ltd. (1972) 2 UTLR (pt.11) 121.

Obi, O. P. (2008). The Concept and Purpose of International Labour Standard, NWLR, Vol. 2, No. 5, (2008), p. 66.

Obidimma, E. O. (2016). Unfair Dismissal in Nigeria: Imperative for a Departure from the Common Law. UNIZIK Law Journal (NAU), Vol. 1, No. 3, (2016), p. 15-33.

Otuturu, G. G. (2008). The Limits of the Application of the Rules of Natural Justice in Contract of Employment. NWLR, Vol. 2, No. 1, (2008), p. 80.

Otuturu, G. G. (2009). The Right of workers To Strike in Nigeria: A Critical Appraisal. NWLR Vol. 3, No. 2 (2009) p. 38.

Osborne Concise Law Dictionary (9th edn. London: Sweet & Maxwell, 2001), p. 392.

S. Bone, Osborne Concise Law Dictionary, p. 392.

Union Bank of Nigeria Ltd. v. Edet, Supra.

Ujam v. L.M.T. Supra. See also Anaja v. UBA Plc {2014}4 ACELR 82.

A CRITICAL EXAMINATION OF THE RIGHT TO STRIKE IN NIGERIA: A REVIEW OF SOME SELECTED JURISDICTIONS

DR. CHUKWUEMEKA G. EME

Lecturer, Department of Business Administration, Faculty of Management Sciences; National Open University of Nigeria (NOUN), Jabi-Abuja, Nigeria

ABSTRACT

This paper examines the right to strike in Nigeria and seeks to establish whether Nigerian workers under the various enactments, which purports to prohibit and criminalize strike action by workers amounts to a violation of their right. The paper argues that though strike comes with so many diseconomies, there are factors that usually compelled the NLC to embark on strikes in Nigeria which ranges from refusal to recognize a union or workers' group as a collective bargaining party; rejection of unions demand and so on. The paper equally contended that prolonged strike negatively affect the perception of the NLC in industrial conflict management in Nigeria. It also discovered that strikes embarked upon by the NLC have not secured industrial harmony in Nigeria. Rather, strikes bred inferiority complex, cold war and psychological stress in the workplace. This paper observed that the achievability of peaceful and harmonious industrial co-existence amongst labour and management can only be reached through collaboration, accommodation and compromise. Data for the Paper was sourced from interview and documented researches. Qualitative and descriptive methods of analysis were employed in analysing the data generated.

Key Words: Nigeria Labour Congress (NLC), Strike, Conflict and Conflict Management

1. Introduction

Strike as a means in which employees exert pressure on their employers to acceding to their demands ha a long-standing history. Essentially, this paper seeks to critically examine the laws regulating strike actions in Nigeria; this is to ascertain whether indeed there exists a right to strike. The etymology of the term 'strike' is considered from the standpoint of jurists, judicial decisions as well as statutory provisions. This paper also takes a foray into some selected jurisdictions such as South Africa, the Republic of Ghana and the United Kingdom with regards to the regulation of Strikes.

The doctrinal research method, which basically involves research into law as it is provided for by relevant legislation is employed. The paper is made up of ten segments, it opens with an introduction, which is followed by an overview of strikes in history as well as an examination of the salient causes of strikes followed by an examination of the meaning of strike. The fourth segment deals with the freedom of association and collective bargaining, followed by an analysis of the right to strike in Nigeria. The next

two segments focus on detail on the right to strike under the Nigerian Constitution and then under other domestic legislations. The eight segments involve an analysis of the position of the law regulating strikes in South Africa, the United Kingdom and the Republic of Ghana. This is followed by recommendations drawing heavily from what is obtainable in the laws of the selected jurisdictions. Finally, the last segment is the conclusion wherein it is reiterated that the right to strike in Nigeria has not been extinguished by the extant legislations; however, there is need to have the right to strike expressly and lucidly spelt out in the Constitution which is the fundamental law of the land.

2. Overview and Causes of Strikes

It is on record that the first known strike or workers uprising was embarked by the Artisans of the Royal Necropolis at Deir el Medina on November 14, 1152 BC under the rule of Pharaoh Ramses III in ancient Egypt (Romer, 1984). Their core demand was an increase in wages and improvement on other working conditions. The impact of the strike was so great that the authorities had to give in to some of the demands of the workers especially rise in their wages (Abusa, 2016). Retrospectively, trade unions and industrial action began to surface in work places when employees were faced with harsh work conditions and exploitation by their employers during the Industrial Revolution in Britain in the eighteenth and nineteenth centuries respectively. Workers began to combine and pull their strength into a concerted group to take action to improve on their terms and conditions of employment and work environment. The employers were averse to the workers formation of petty unions and any resort to concerted action to improve their terms and conditions of work. To them this was a dangerous trend that must not be allowed to be sustained as they saw them as harmful to industrial peace and development (Chianu, 2004).

In the United Kingdom (England) strike was first recorded in 1788, when sailors in support of demonstrations in London struck or removed the top gallant sailors of merchant ship at the Port, thereby incapacitating or crippling the ship. Also during the American Economic depression of 1937, there were over 4,740 recorded labour related strikes (Modern Labour Movement).

In Nigeria, the first strike was recorded on June 21, 1945, after failure of protracted presentations to the government for salary increase to meet the very high increase in cost of living. About 150,000 clerical and non-clerical workers in the Nigeria Civil Service came together in a general strike of all Government Departments (Padmore, 1945).

Since then, the incidence of strike in Nigeria has been on the increase and unabated. Most strikes are undertaken by labour unions when there is a breakdown or deadlock of negotiations or collective bargaining between employees and employers. The main purpose of collective bargaining is to obtain a binding contract, an agreement between the Unions and Management which may include a no-strike

clause which prevents strikes, or penalise the union and/or the workers if they walk out while the negotiation is on and the contract is still in force.

Strike is usually reserved as the last weapon during negotiations between Management and the Union, which may occur just before; or immediately after, the negotiations fails. In **Union Bank of Nigeria Plc v. Edet (1995), Uwaifo (JCA)** as then was, had this to say with regards to the right to strike and ensuring that collective agreements are enforced.

> ***It appears that whenever an employer ignores or breaches a term of that agreement resort could only be had, if at all, to negotiation between the union and the employer and ultimately to a strike should the need arise and it be appropriate (Ibid).***

Industrial disputes arise due to conflict or disagreement in industrial relations. The term ‘’Industrial Relation’’ involves various aspects of interactions between the employer and the employees, in this relationship, whenever there is a collusion of interest, it usually results in dissatisfaction of either of the parties involved and hence lead to industrial disputes or conflicts. These disputes may take various forms such as protests, strikes, demonstrations, lock-outs etcetera. There are undoubtedly several reasons behind industrial conflicts. Some are related to the work environment while others are basically outside of the work environment (Otobo, 1987). It is because of this that the International Labour Organization’s Committee on Freedom of Association argues that the right to strike is one of the potent means open to workers union for the promotion, protection and preservation of their economic and social interests within and outside the workplace (ILO, 1985).

It is important to note that the Committee of Experts on the application of Conventions and Recommendations has expressed the view that:

> ***The protection of these interests does not only have to do with ensuring better working conditions and aggressively pursuing collective demands of the Union but also with seeking solutions to economic and social policy questions and to labour problems of any kind which may directly affect both the Union and the workers (ILC, 1983).***

Generally, the inability of parties to settle their internal disputes or conflicts is the major cause of industrial strike. This may arise because of one or more of the reasons enumerated below:

First is the failure to honour collective agreements reached by the parties affected negotiations. On many occasions in Nigeria, trade unions have gone on strike for failure of government to honour agreements entered and execute by the parties. For example, the Academic Staff Union of Universities (ASUU) has

embarked on several strikes since 2002 because of the inability of the Federal Government to honour their part of agreement on proper funding of the educational sector since 2001.

Second is the demand for salary and wage increase. Labour has been on a continuous move to close up the gap between income and economic realities because of inflation, poor infrastructure and social amenities. They have constantly insisted on increase in salaries and allowances. Recently, the Nigeria Labour Congress (NLC) went on strike asking for increase in the minimum wage from 18,000 to 30,000 as a sustainable income wage.

Third is that obnoxious policies employers come up with, which negatively affect the fundamental rights of the employees. Policies which stipulate for instance that couples must go on voluntary retirement or both be asked to leave the organization. This is most common in the private sector.

Fourth, the demand for improved labour welfare and other benefits is another cause of strikes. Most times employees go on strike because of agitation for improved work conditions such as provision of canteen, rest recreation, accommodation facilities, travelling allowances, health care facilities etcetera.

Fifth, the denial of opportunity to the worker to satisfy their basic right for self-expression, personal achievement and betterment may also result in labour problems. The difference in compensation and conditions of service for workers in the same institution is also one of the causes of strikes. This has been a major cause of strike in the Tertiary Institutions in Nigeria. For example, the Federal Government of Nigeria approved a total of N23 billion earned allowance for federal Universities out of which only 2% was for the teaching and non-teaching staff of the University of Lagos (Iyabo, 2019). This has caused bad blood within the system as the unflavoured association has continuously frowned at the discrepancy or disparity in the benefits accruing to the academic staff, even though they work in the same institution and environment.

3. Meaning of Strike

There appears to be no exact definition of the term ‘’strike’’. An examination of the definition in Dictionaries and relevant Statutes in Nigeria and other jurisdictions such as United Kingdom (Britain), South Africa, Ghana and Judicial authorities all show that there is no common definition of the term strike. The Black’s Law Dictionary (7th edition) defines ‘’strike’’ as ‘’an organized cessation or slowdown of work by employees to compel the employer to meet the employee’s demands’’.

Whereas the New Britannica-Webster Dictionary define it as:

1) Work stoppage by a body of workers to force an employer to comply with demands’
2) A temporary stoppage of activities in protest against an act or condition (Webster, 1993).

Section 48 (1) of the Trade Dispute Act (TDA) defines strikes follows:

Strike means the cessation of work by a body of persons employed acting in combination or a concerted refusal under a common understanding of any number of persons employed to continue to work for an employer in consequence of a dispute, done as a means of compelling their employer or any person or a body of persons employed, or to aid other workers in compelling their employer or any person or body of persons employed, to accept or not to accept terms of employment and physical conditions of work (TDA, 2004).

And in this definition:

1) ‘’Cessation of work’’ includes working at speed less than usual or with less than usual efficiency.

In South Africa, the term strike is defined as:

The partial or complete concerted refusal to work, or the obstruction of work by persons who are or who have been employed by the same employer or by different employers for the purpose of remedying a grievance or resolving a dispute in respect of any matter of mutual interest between employer and employees (URA, 2002).

Whereas in Ghana strike means:

Any action by two or more workers acting in concert which is intended by them to restrict in any way the service they normally provide to the employer or diminish the output of such service with a view to applying coercive pressure upon the employer and includes sympathy strike and those activities commonly called a work-to-rule, a go-slow or a sit-down strike (Labour Act of Ghana, 2005).

On the other hand, the Employment Rights Act of Britain defines strike as:

1) The cessation of work by a body of employed persons acting in combination or
2) A concerted refusal by a body of employed persons to refuse to work for an employer in consequence of a dispute, done as a means of compelling their employers to accept or not to accept terms and conditions of or affecting employment (ERA, 1996).

Moving or digressing slightly away from statute, judicial definition of the meaning of strike has further reaffirmed the inherent insistencies and differences as to the meaning of strike.

Lord Denning M. R. in **Tramp Shipping Corporation v. Greenwich Marine Inc. (1975)** defined strike as follows:

> ***Strike is a concerted stoppage of work by men, done…. with a view to improving their wages or condition of employment or giving vent to a grievance or making a protest about something, or otherwise supporting or sympathizing with other workmen in such endeavour.***

Apparently from the judicial view point as espoused by Lord Denning, strike includes protest over wages and other conditions of employment as well as sympathy strike. Furthermore, Eberinwa (2012) citing

Section 47 of the Nigerian Trade Dispute Act, 2000, defined strike action as the cessation of work by a body of persons employed acting in combination. It is a concerted refusal under a common understanding of any number of persons employed to continue to work for the employer as a result of a dispute, done as a means of compelling their employer or any person or body of persons representing the employers, to accept or not to accept terms of employment and the physical conditions of work.

In a classic formulation, Hyman (1972) defined strike as a temporary stoppage of work by a group of employees in order to express a grievance or enforce a demand. It is not all work stoppages that amount to strike in the real sense. Schener (2006) explained that strike id temporary; strike is a special type of collective action; it is about employees and lastly, strike is not impulsive.

Looking at the various definitions closely, it appears that Section 48 (1) of the Trade Disputes Act is more comprehensive and exhaustive except for the fact it did not include the right to protest as defined by Lord Denning in Tramp's case.

4. Freedom of Association and Collective Bargaining

Freedom of association and collective bargaining is today well recognized in Nigeria and internationally. The Constitution of the Federal Republic of Nigeria, 1999, Section 40, guarantees its citizens to freely join any political party or trade union in order to protect its interest. Similarly, the International Labour Organization (ILO) and Article 20 of the Universal Declaration of Human Rights 1948 also recognize the freedom of association by workers. Both statutes uphold the tenet that workers should be free to join any trade union without coercion by the employers or any authority. Collective bargaining on the other hand, is the means through which employers and employees freely negotiate terms and conditions of their work. Without collective bargaining through the union, each worker would be expected to negotiate independently with the employer and thereby create variegated work conditions within a particular work environment. It is a well-recognized fundamental right of the union.

Strictly speaking, collective bargaining will be useless and ineffective without the freedom of association. The liberty to freely negotiate and hold sway the power of the employer is only through the collective solidarity of the workers as a union.

Freedom of association and collective bargaining are concomitant rights of the union. Without the right to associate freely, the union will lose its relevance as no one individual can single-handedly face the force of the employer. More so should the employer fail to honour a collective agreement entered between them, the union can enforce the implementation of the agreement through strike or other lawful way of putting pressure on the employer to honour the agreed terms.

Some conventions and treaties also subscribe to the right of members to freely associate and join unions. Article 8 (1) (a) of the International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights, mandates States

which have ratified the covenant to protect the right of every individual to form or join a trade union. The right of everyone to form trade union of its choice, subject only to the rule of the organization concerned, for the promotion of his economic and social interest. No restriction may be placed on the exercise of his right other than those prescribed by law and which are necessary in a democratic society in the interest of national security or public order or for the protection of the right and freedom of others (ICESCR, 1966). Equally, Article 11 of the African Charter on Human and Peoples Right (Ratification and Enforcement) Act provides that:

Every individual shall have the right to assemble freely with others. This exercise of this right shall be subject only to necessary restriction provided for by law in particular those enacted in the interest of national security; the safety, health…. and rights and freedom of others (ACHPR, 1981).

Until the late nineteenth century, strikes were generally considered to be unlawful activity of a criminal nature and they were unlawful in many countries of the world till the mid-twentieth century. It is important to note that up till now in Nigeria, strike still has a criminal colouration where the laid down procedure is not followed.

The right to strike has now become a fundamental right recognized by a large majority of countries around the world as embodied in the United Nations International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights 1966 and has been protected by the international Labour Organization (ILO) supervisory bodies (principally the Committee on Freedom of Association since 1952 and the Committee of Experts on the Application of Conventions and Recommendation since 1959. The decision of these supervisory bodies have given rise to a body of principles on the right to strike broadly shared by the international community and based on general principles of freedom of association embodied in the ILO constitution and in the core Convention on this subject (Khan-Freund & Hepple, 1972).

From the foregoing, it is apparent that the International Labour Organization and the African Charter on Human and Peoples Rights are supportive of the employees and employers to form or organize unions. Article 2 of the International Labour Organization Convention 87 on Freedom of Association and Protection of the Right to Organize 1948 provide as follows:

> ***Workers and employers, without distinction whatsoever, shall have the right to establish and subject only to the rules of the organization concerned, to join organizations of their own choosing without previous authorization (ILO, 1960a).***

The respect for freedom of association around the world is a fundamental and unavoidable requirement for the International Labour Organization because it is one of the most essential characteristic, namely tripartism, and the important responsibilities based on the Constitution and ILO instruments that

employers' and workers' organizations are called upon to exercise within the organization itself as within the different member states.

The International Labour Organization Declaration on Fundamental Principles and Rights at work adopted by the ILO Conference in 1998 makes compulsory for all member states to respect the fundamental rights which include the right to freedom of association. The Convention declares that all Members, even if they have not ratified the Conventions in question, have an obligation arising from the very fact of membership in the organization, to respect, to promote and to realize, in good faith and in accordance with the Constitution, the principles concerning the fundamental rights which include freedom of association (ILO, 1998). Without freedom of association employers' and employees' organization that are independent and autonomous representative and empowered with the necessary rights to defend the rights of their members and advancement of their common welfare, the principle of tripartism would be greatly impaired if not completely eroded of all meanings and chances for greater social justice would altogether be seriously jeopardized.

As freedom of association is one of the principles safeguarding peace and social justice, it is entirely understandable on the one hand, that the ILO has adopted a series of conventions, Recommendations and Resolutions which form the most important international source on this subject, and on the other hand, that in addition the general supervisory machinery, in particular the Committee of Experts on the Application of Conventions and Recommendations, a special procedure has been created for the effective protection of trade union rights this special procedure was entrusted to the Fact-Finding and Conciliation Commission on Freedom of Association and the Committee on Freedom of Association . The principles of the Committee on Freedom of Association and the Committee of Experts concerning the right to strike have been set forth in the general principles of freedom of Association. This right has been affirmed in the International Labour Organization Resolution of 1957 concerning the Abolition of Anti-Trade Union Legislation in Member States of the International Labour Organization and the ILO 1970 Resolution concerning Trade Union Rights and their Relation to Civil Liberties (ILO, 1970), as well as other ILO's regional conferences and industrial committee on Freedom of Association as the right to strike which is stated thus:

> ***Consideration of the right to strike as a fundamental right to be enjoyed by workers and their organizations (trade unions, federations and confederations), which is protected at international level, provided that the right is exercised in a peaceful manner (Gernigon et al., 1998).***

The Committee has also outlined certain conditions for the support of the right of workers to embark on strike:

1) General acceptance of the right to strike for public and private employees, with the exception of members of the armed forces and police, public servants exercising power on behalf of the State and workers employed in essential services in the strict sense of the term (the interpretation of which could endanger the life, safety or health of all or part of the population life, safety or health of all or part of the population, or in acute national crisis situations.
2) The principles of freedom of association do not include acts of a purely political nature, but they include those seeking a solution to major economic and social policy issues.
3) A blanket ban on solidarity strikes would result in violence. Workers will enjoy the right to take such action when the initial strike they are endorsing is lawful in itself.
4) In all cases of strike action, a minimum security service may be implemented where such minimum service are intended to ensure persons' health, accident prevention and machinery and equipment protection.
5) A minimum operational service may be established (in the undertaking or institution in question) in the case of strike in public utility services and in public services of fundamental importance; employers' and workers' organizations and the public authorities should be able to participate in determining this minimum service.
6) The requirement to offer prior notice, the obligation to participate in conciliation, access to binding arbitration, comply with a given quorum and obtain the approval of a given majority in situations where this does not make the strike very difficult or even impossible in practice and the secret ballot method to decide strike action are all acceptable conditions for the exercise of the right to strike.
7) Restriction on picketing should be limited to cases in which such activity fails to be non-violent, and picketing should not interfere with the freedom to work of non-strikers.
8) Requisitioning of the workers of an undertaking or institution in the event of a strike is admissible only in the case of a strike in an essential service or under circumstances of utmost gravity and in situations of acute national crisis.
9) In acute national crisis cases, employment of workers to replace strikers severely impairs the right to strike and is only appropriate in strikes in essential service or in an acute national crisis.
10) Legal provisions regarding wage deductions for days of strike give rise to no opposition.
11) Appropriate protection should be afforded to trade union officials and workers against dismissal and other detrimental acts at work for organizing or participating in a legitimate strike, in particular through prompt, efficient and impartial procedures, accompanied by sufficiently dissuasive remedies and sanctions.

12) The protection of freedom of association does not cover abuses in the exercise of the right to strike involving failure to comply with reasonable requirements regarding lawfulness, or consisting of act of criminal nature, any sanctions imposed in the case of abuse should not be disproportionate to the seriousness of the violations.

The importance of ILO principles on the right to strike as enunciated by the supervisory bodies becomes evident when one realizes the extent to which substantial restrictions on fundamental trade union rights undermine not only the balance of labour and relations and the existence of a counter balance to the power of the State in the economy, but also reduce expectations of any improvement in conditions of employment and in the standard of living within civil society in the present globalized economy. One is therefore, bound to acknowledge the contribution of the ILO Committee on Freedom of Association and the Committee of Experts to the development of present international law most especially with regard to the right of the workers to strike.

5. The Right to Strike in Nigeria

Nigeria being a Colony of Britain operated the common law rule. To have a fair historical perspective on the right to strike in Nigeria. It is pertinent to consider the common law position with regard to the right to strike. At common law, the contract of employment requires the employee to offer service to his master faithfully and without any iota of disobedience. There is no doubt therefore at common law that an employee who goes on strike would have fundamentally breached his contract of employment. This principle of law was firmly established in Rockes v. Bernard (1963) by Donovan L. J. when he said that ‘’there can be few strikes which do not involve a breach of contract by the strikers’’. At common law, an employee will therefore be in breach of his contract of employment if he refuse to work or carry out the legitimate instruction or order of his master (Canadian Pacific Railway v.Zambin, 1968).

In Nigeria, the law on strike has experienced a chequered legal regime. The promulgation of Trade Disputes (Emergency Provisions) (Amendment No. 2) Decree No. 53 of 1969 is believed to be one of the severe trade disputes law in Nigeria. The decree completely banned the use of strike as a means of settling trade disputes. The decree further provided for a jail term of 5 years for striking workers. This decree was unpalatable for Trade Union development as the right to strike was out rightly banned.

However, in 1976, the then Military government promulgated yet another decree which tacitly guaranteed the right to strike. This decree repealed the 1969 Trade Disputes (Emergency Provision) decree and has now metamorphosed to Section 18 of the Trade Disputes Act (TDA, 2004).

The point needs to be made that in Nigeria, there exists a contentious argument by two schools of thought on the issue of the right of the Nigerian worker to strike following the introduction of the statutory

provisions of Section 17 (1) of the Trade Disputes Act of 1976 (now Section 18 (1) and (2) of the Trade Disputes Act.

It is contended by one school of thought that the introduction of Section 17 (1) and subsequent amendment of the section has utterly taken away the right of the Nigerian worker to embark on a lawful strike. Other statutes that equally impinge on the right of the Nigerian worker to strike are Section 31 (6) (e) of the Trade Unions Act (TUA 2005), 43 (1) Trade Disputes Act (TDA) and Section 1 Trade Disputes (Essential Services) Act (1976). The Act empowers the President and Commander-in-Chief to prescribe any trade union or association and the omnibus provisions of Section 45 of the 1999 Nigerian Constitution. It is the contention of this school that with the introduction of Section 17 (1) of the Trade Disputes Act, 1976 now Section 18 (1) a new vista of trade dispute resolution mechanism has been opened and the question is whether the Nigerian worker still has a right to embark on a lawful strike in the light of these provisions. Many learned authors have submitted that with this new statute in force, the Nigerian worker has totally lost his right to strike.

Uvieghara, one of the leading contenders of this school of thought argues that the introduction of Section 17 (1) now Section 18 (1) of the Trade Disputes Act, 2004, as amended prohibits the right of Nigerian workers to embark on a lawful strike. According to him, ‘’the purpose of setting out Section 17 (1) now Section 18 (1) in full is to show that it does not leave any r room for a lawful strike’’. Its effect, he submitted, is to prohibit strike completely (Uvieghara, 2001). Emiola has also acceded to this line of thought contending that Section 17 (1) now Section 18 (1) has removed the right of the Nigerian worker to go on a lawful strike. He states:

> ***But there is nothing to suggest from the close reading of sub-section 1, of Section 17 (1) (now Section 18 (1) that a strike can legally take place while one of the six processes is in progress, and Section 14 (2) now S. 13(2) can have no other imputation than that no strike can also take place after the award under subsection 1 (f) of that section. The true construction of the new provisions, therefore, is that none of the parties to an industrial dispute can take industrial action while negotiations and other steps enumerated under Section 18 (1) of the present Act are in progress. It will be a criminal offence to do so (Emiola, 2008).***

Aligning with the position taken by Emiola and Uvieghara, Iduborhas also submitted that as long as Section 18 (1) is in force, any strike embarked on by workers is in the breach of the extant Act and therefore illegal. According to him, ‘’on the true construction of this section, none of the parties to a trade dispute can take industrial action if the prohibition remains during the intervention of a mediator, if at the conciliation level the prohibition remains in force’’ (Idubor, 1999). Also towing this line of thought,

Abuza has submitted that there is no loophole in the strike law which workers can exploit to embark on a legal strike. Section 18 (1) TDA prohibits any strike in connection with any trade dispute where the procedure specified in Section 4 or 6 of the TDA has not been complied with in relation to the dispute (Abuza, 2016).

Recently, Erugo corroborated the views of Emiola and Uvieghara when he said the process required by Section 18 (1) which makes reference to Section 4, 6, 8, 9, 13 (3) and 14 (1) confirms that the disputing parties lose the right or freedom to bargain. The back and forth process of the negotiation in an attempt to satisfy the pre-conditions to embark on strike under the present law would be an exercise in futility. In fact, being a statutory inhibition, the sections appear to have buried whatever recognition of the right to strike. More so, subsection (2) is a manifest repression of the right to strike having criminalized the circumvention of subsection (1) of the Act (Erugo, 2019).

In the same vein, Okene has submitted that the working of the section seems not to leave any room for a lawful strike. He contends that the effect of the section is to prohibit strikes completely. According to Okene, by virtue of the section, workers cannot go on strike unless they observe the dispute settlement procedures. But, if at the end of the process, workers are dissatisfied with the award of the National Industrial Court, whose decision is final, then by virtue of Section 18 (3) they must go through the whole process of dispute settlement all over again. Thus, the law has apparently created a vicious circle of compulsory arbitration from which the workers cannot escape. By implication, the right to strike seems to have been smartly circumvented by the legislature (Okene, 2007).

Finally, Worugji and Archibung have also towed the line of the school that the combined effect of Section 18 (1) (2) (3) of the Trade Disputes Act, and the provisions of Section 1 Prade Disputes (Essential Services Act) 1976, totally inhibits the right of the Nigerian worker to embark on a lawful strike (Worugji & Archibung, 2009).

The ILO Committee of Experts on Freedom of Association at its meeting in 1996 resolved that respect for principles of Freedom of Association requires that employees should not be dismissed or refused re-employment on account of their having participated in a strike. The committee stated that the right to strike is a right which employees are entitled to enjoy so long as the objective of the strike is to promote and defend the economic and social interests of employees. Political and lighting strike (a form of protest in which workers stop doing their job without giving their employer any warning or notice) are excluded; sympathy strike is supportive provided the initial strike being supported is itself lawful (Gernigon et al., 1998).

The argument on whether the Nigerian worker in the face of Section 18 (1) of the Trade Disputes Act, can embark on a lawful strike is very interesting. The assertion of the proponents of strike prohibition appears

true on the face of the literary meaning of the statutes. Subsection (1) of the section clearly outlined the conditions precedent before a lawful strike could be carried out in Nigeria. Their argument is further sustained by subsection (2) which criminalizes the act of any party which circumvents the subsection of the Act. Candidly, both Emiola and Uvieghara admit that once a party has fulfilled one of the conditions specified in the subsection, the party can legitimately embark on a strike. They relied on the decision in Eche v. State Education Commission (1995) where the court held that it is only when one of the conditions enumerated in the subsection has been complied with that a strike action can be said to be lawful.

There are various laws in Nigeria and Conventions which dwell on the right to strike, some are prescriptive and others are permissive. This diversity of laws has made the legal regime on the right to strike very fluid and unsettled in Nigeria. This state of confusion is very evident when one takes a closer look at the Nigerian Constitution, statutes and International Conventions that Nigeria has ratified. These laws read together or interpreted separately shows that there is no clear cut position as to the right to hold a lawful strike in Nigeria. Some statutes tend to be supportive of the right to strike and at the other end there exists conditions to be observed before the right can be exercisable. To buttress this view, we shall take a quick and critical look at some of these laws.

6. The Nigerian Constitution

Chapter four of the 1999 Constitution of the Federal Republic of Nigeria under the Fundamental Human Rights, provide some privileges which accrue to the citizenry, particularly section 39, 40 and 41 (1) of the 1999 Constitution of Nigeria. These sections entrench the right to freedom of expression and movement. All these sections further strengthen the right of the individual or group of individuals who are guaranteed these liberties, freedom to associate and freedom to express their feelings, views and opinions within the ambit of the law. On the contrary, these fundamental rights to freedom are not exercisable without some form of limitation. Section 45 (1) of the Constitution states that: Nothing in Sections 37, 38, 39, 49 and 41 of this Constitution shall invalidate any law that is reasonably justifiable in a democratic society-

1) In the interest of defence, public safety, public order, public morality or public health; or
2) For the purpose of protecting the rights and freedom of other persons;

This section no doubt limits the extent to which these fundamental freedoms could be enjoyed.

Without doubt, the economic effect of strike on individuals and society is so disastrous especially where the strike is prolonged and will affect the entire country hence under Sections 41 and 42 of the Trade Disputes Act of 2004, it cannot probably be allowed to be exercised unchecked.

It is clear from Section 39, 40 and 41 of the Constitution, especially Section 40 that citizens of Nigeria can as of right form a trade union or join one without any form of restriction and be free to express their opinion without fear or favour. More so, one of the ingredients of trade unionism is the right or freedom

of the union to express itself and protect the interest of the union and its members through negotiation, collective bargaining and in the worst case scenario to embark on strike to press home their demands.

7. Other Nigerian Statutes

Section 18 (1) and (2) of the Trade Disputes Act (2004) dwells on the issue of strike with clear prescription of conditions to be fulfilled before any person or trade union can embark on a lawful strike. Apart from fulfilling these conditions to a fine of N100 and imprisonment for a term of six months for individual and a fine of N1000 for body corporate. This section is really a clog on the right of the Nigerian worker to go on strike, especially with the imposition of imprisonment term against those who circumvent subsection (1).

Section 31 (6) (e) of the Trade Unions Act also prescribes conditions for trade union to meet especially subsection 6 (e) before calling its members to go strike. The section provides as follows:

No person, trade union or employer shall take part in a strike or lock-outs or engage in Any conduct in contemplation or furtherance of a strike or lock-out unless:

1) The person, trade union or employer is not engaged in the provision of essential services;
2) The strike or lock-out concerns a labour dispute that contributes a dispute of right;
3) The strike or lock-out concerns a dispute arising from a collective and fundamental breach of contract of employment or collective agreement on the part of the employee, trade union or employer;
4) The provisions for arbitration in Trade Disputes Act, Cap. T8, Laws of the Federation of Nigeria, 2004 have first been copied (sic) with, and
5) In the case of employee or trade union, a ballot has been conducted in accordance with the rules and constitution of the trade union at which a simple majority of all registered members voted to go on strike.

This subsection sets out preconditions for strike, with paragraph (5) being the most onerous. It requires a simple majority vote of all registered members to vote in support of strike before a valid and lawful strike can be embarked upon. The question that arises therefore is, what is a ‘’simple majority’’? According to the Black’s Law Dictionary, majority vote is the voting requirement for more than half of all ballots cast (Garner, 2004). It therefore follows that for there to be a valid vote cast in support of strike more than half of all its registered members must vote in support of the strike against a quorum that will be determined by the rules and constitution of the union.

This sub-paragraph is also prohibitive of a lawful strike action, as we can see it is almost practically impossible for a majority of all registered members of the labour unions who are in millions to actually gather in a particular venue to cast a vote affirming the union to go on strike. Even where they are to

attend the meetings at their different location or branches, and thereafter collate votes cast by the national body, the idea of a simple majority vote of all its registered members attending and voting in favour of strike is still onerous. Again to convince its members to attend the meeting and obtain simple majority as against a quorum in every branch is a difficult task due to the large number of people. The requirement of a simple majority vote of all registered members to participate in the voting is a herculean task and therefore a clear manifestation of the intention of the statute to prohibit strike. There is little or no doubt from the conditions outlined that a trade union cannot go on strike, except these conditions are met.

Paragraph (1) prohibits those in the provision of essential services from going on strike. This perceived intention is clearer from the provision of Section 41 (1) of the Trade Disputes Act, which requires at least fifteen days' notice for those workers in Essential Services before embarking on a strike action. The subsection reads:

> ***Without prejudice to Section 18 of this Act, if any worker employed in any essential services ceases, whether alone or in combination with others, to perform the work which he is employed to perform without giving his employer at least Fifteen day' of his intention to do so, he shall, unless he proves that at the time when he ceases to perform that work he did not know, or had no cause to believe, that the probable consequences of his or their doing so would be to deprive the community or any part of the community either wholly or by a substantial extent of that or any essential services, be guilty of an offence and be liable on conviction to a fine of N100 or to imprisonment for a term of six months.***

Here again, there is a strict restriction on employees performing essential services from embarking on strike as long as the conditions of fifteen days' notice is not observed. Furthermore, the section criminalizes the non-observance of the condition. The question that readily comes to mind is would this notice apply to a condition where the life or lives of the worker or workers is in danger or extreme danger? This may not necessarily apply especially where the health of the worker or workers is at great risk.

Though, these statutes prescribe methods to be judiciously followed in resolving disputes before trade unions can embark on strike, particularly Sections 18 (1) Trade Disputes Act, Section 31 (6) € Trade Unions Act and Section 41 Trade Disputes Act, the provisions of Section 43 (1) of the Trade Unions Act appear to legitimize strike indirectly. This section allows for peaceful picketing. The section provides:

> ***It shall be lawful for one or more persons, acting on their behalf or on behalf of a Trade union or registered federation of Trade Unions or an individual employer or firm in contemplation or furtherance of a trade dispute, to attend at or near a house or place where a person resides or works or carries a business or happens***

to be, if they so attend merely for the purpose of peacefully obtaining or communicating information or of peacefully persuading any person to work or abstain from working.

It is presumed that with the existence of this provision in force the persuasion of person or persons to dissuade them from going to work or working at all is legitimate as long as it is in contemplation or in furtherance of a trade dispute.

8. The Right to Strike in Other Jurisdictions

These will be examined under three jurisdictions namely: South Africa, United Kingdom and Ghana.

8.1 South Africa

In South Africa, the major laws governing labour relations are the Labour Relation Act (1995) and the Bill of Rights (1993). The right to strike is well provided for in South Africa Bill of Rights whereas the Labour Relations Act regulates strike action. These laws are aimed at creating economic development, social justice, labour peace and the freedom and democracy of workers.

South Africa is one of the few countries in Africa where workers are allowed by statute to embark on strike when in dispute with their employer. It is perhaps the only country in Africa that has elected to entrench the right to strike as a fundamental constitutional right.

South Africa has fully given effect to its obligation to domesticate the International Labour Organization (ILO) Conventions by ratifying Convention 87 of 1948 and Convention 98 of 1949 and entrenching same in the Constitution (Constitution of the Republic of South Africa, 1996). Section 23 (2) ©, provides that ‘’every worker has a right to Strike’’. Again, Section 64 (1) of the Labour Relations Act (LRA) provides that every employee has a right to strike and every employer has the right to lock-out. However, this right can only be limited by Section 36 of the 1996 Constitution which provides as follows:

The right in the Bill of Rights may be limited only in terms of law of general Application to the extent that the limitation is reasonable and justifiable in An open and democratic society based on human dignity, equality and freedom,

Taking into account all relevant factors, including:

a. The nature of the right;
b. The importance of the purpose of the limitation;
c. The nature and extent of the limitation;
d. The relation between the limitation and its purpose, and
e. Less restrictive means to achieve the purpose.

2.) Except as provided in subsection (1) or in any other provision of the Constitution, no law may limit any right entrenched in the Bill of Rights.

Section 77 of the Labour Relations Act of South Africa, also allows trade unions to protest against policies which are inimical to the socio-economic interest of workers. It follows therefore that when government makes policies which adversely affects the economic well-being of the worker, the Union can go on a public protest against such policies (political activism). Most interesting also is the fact that trade union members can take part in political activism. They can participate in protest action against government policies which are inimical to the socio-economic well-being of the general public provided such employee is not engaged in the provision of essential services under Section 77 (1) of the Labour Relations Act of South Africa. Unlike Nigeria where the right to strike is constitutionally protected and guaranteed under South African Constitution. This makes protected or lawful strike very functional. Both the employees and employer know that in the event that their collective bargaining fails, either of the parties has an unhindered right to strike and therefore parties take their negotiation and agreements seriously.

The judiciary has also taken notice of this when in the case of Bawa & Ors v. Prestige Hotels (1993). The court held that by definition, a lawful strike is functional to collective bargaining. The parties are forced to take negotiation seriously by the fear that if settlement is not reached either of the parties might exercise their right to inflict economic harm on the other.

In Nigeria, the rigorous processes to be followed before a strike will be lawful or protected make it near impossible to have a lawful strike. More so, the condition specified in Section 18 (1) of the Trade Disputes Act and failure to comply would incur the weighty hand of the law by paying fine or imprisonment or both as provided for in Section 18 (2) of the Act is a clear manifestation of the restriction on the right to strike.

Whereas in South Africa, trade unions go on strike or join public protest when government make policies that have negative effect on the socio-economic well-being of the workers, in Nigeria, trade union cannot go on strike or join public protest where the issue is not in contemplation or furtherance of trade disputes. Even when such issues are of right, those in essential service are not likely to be allowed to join the strike as in Section 41 of the Trade Disputes Act which prohibits such worker from embarking on strike without first giving fifteen days' notice to their employer before embarking on such strike.

8.2 The United Kingdom

The United Kingdom does not have a written constitution and there is no clear or inherent right to participate in strike action. Nevertheless, the law has provided for some form of immunities for

tortuous liabilities committed in the course of embarking on strike action at common law. Though, these immunities exist, they are still subject to some form of restrictions and other mandatory rules contained in Trade Unions and Labour Relations (Consolidation) Act 1992 (TULRCA). For these immunities to avail one, the strike must be ‘’in contemplation or in furtherance of trade disputes’’ other than this, even where such trade or industrial action has been properly motivated in accordance with set out procedures in the Trade Union Labour Relations (Consolidated) Act and the Code of Practice on Industrial Action and Ballot and Notice to Employers 2000. It is important to state that in spite of these conditions, TULRCA does not provide any positive right to strike in the United Kingdom.

Honeyball and Bowers assert that ‘’it is virtually impossible in modern Britain to take industrial action which is lawful….’’ The consequences of this are naturally serious. A participant in industrial action may be dismissed, suspended, loss of pay and may lack qualification for job seeker’s allowance and other fringe benefits (Honeyball & Bowers, 2014).

Most labour law scholars in the United Kingdom agree that there is no positive right to strike and that a change is most desirable (Hepple & Freeman, 1992). According to Sheldon, those who believe that the changes in legislation or developments in common law unduly restrict their ability to strike can only fall back on the various international treaties and conventions to which the United Kingdom is a party (Sheldon, 1992). Contrary to the view expressed by Sheldon, not all such treaties and conventions protect the right to strike, for example, the European Convention on Human Rights (ECHR).

The argument that freedom of association as guaranteed by Article 11 of the ECHR must include the right to strike was rejected in the case of Schmidt and Dahlstorm v. Sweden (1980). In this case, the applicants were members of a striking union and they were consequently denied of certain fringe benefits on account of participating in the strike.

They argued that, by denying them, these benefits violated their right to freedom of association as provided for in Article 11. But the European Court of Human Rights held that while Article 11, specifically mentions the right to join trade union as a species of the more general right of association, this does not apply that it necessarily includes the right to strike. However, they may rely on other treaties and conventions such as the International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights (ICESCR), which expressly recognize the right to strike.

8.3 The Republic of Ghana

The right to strike is well enshrined under the Labour Act of Ghana2003. Disputing parties are however first encouraged to negotiate and settle the dispute by their own agreed methods. The

Ghanaian National Labour Commission may also intervene in disputes and seek settlement by mediation and where this fails by arbitration (Labour Act of Ghana, 2003). Where parties are unable to settle after arbitration, either of the disputing parties may give seven days' notice of its intention to embark on strike in the case of employees or lock-out by the employers (LA. Section 159). Most importantly, Section 160 of the Act overly provides for the right to strike. It states that a worker can go on strike subject to the giving of seven days' notice which must expire before the strike is embarked upon. Like in other jurisdictions, the right to strike is also prohibited in essential services which are defined in line with International Labour Organization (ILO). The Act also protects striking employees from dismissal and hiring to replace labour in course of strike.

9. Recommendations

In Nigeria, there exist several legislations which purport to prohibit and criminalize strike action and prescribe punishment for those who participate in strike action without following the process. An example is Section 18 (1) and (2) of the Trade Disputes Act and Section 31 (6) (e) of the Trade Union Act and Section 1 Trade Disputes (Essential Services) Act. In the light of Nigeria being a party to the ILO Convention as well as the International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights, the criminalization of strike action by our domestic legislation is in sharp conflict with the spirit and letters of these instruments. The said sections in the provisions should therefore be expunged as soon as possible by the National Assembly.

Furthermore, the stringent procedure to be followed before a strike could be deemed lawful or protected makes it near impossible to have a lawful strike. Failure to comply with the conditions specified in Section 18 (1) of the Trade Disputes Act is deemed to be a crime and may result in the payment of fine or a term of imprisonment or both.

The provisions of Section 31 (6) (e) of the Trade Disputes Act which requires a simple majority vote of all registered members of a trade union is also a clog in the wheel of industrial harmony and more particularly, the right to strike. Even more draconian is the power given to the President to proscribe any trade union or association of employee engaged in essential services, taking cognisance of the elaborate meaning of ''essential services'' in the Act. These sections should without more, be expunged from the enactment.

Unlike Nigeria, trade unions in South Africa and Ghana can go on strike as of right as this is provided for in their Constitution and Labour Act. This is allowed where the government or employer fail to honour agreements or make policies that have negative impact on the socio-economic well-being of the workers and the society in general. It is suggested that the position in South Africa and Ghana

where the right to strike is expressly enshrined and guaranteed in the Constitution and Labour Act should be followed by Nigeria.

10. Conclusion

On the whole, the contention of Emiola, Uvieghara and other proponents that with the introduction of Section 18 of the Trade Disputes Act, Nigerian workers have totally lost their right to strike based on the far-reaching effect of the provision is indeed unfounded. It is clear having critically looked at relevant laws and submissions of various writers and judicial pronouncements on the foregoing issue, it can safely be asserted that though there appear to be some obvious limitations or restrictions to the exercise of the right to strike in Nigeria, however, these laws have not in any way totally banned or removed the use of strike as a means by which trade unions could press home their demands where negotiations fail. The laws, especially Section 18 (1) TDA and Section 31 (6) (e) TUA are essentially formulated in our view to curtail the rampant, unwarranted and indiscriminate use of strike as a means of coercion in Nigeria.

The cumulative effects of Sections 18 (1) TDA, 31 (6) (a) & (b) and (7) and section 12 (4) do not have the potency of harming the right of the Nigerian worker to strike. This is as a result of the provisions of Article 11 of the African Charter on Human and Peoples Rights (Ratification and Enforcement) Act, as well as Article 89 of the ILO Convention which provides for freedom of association and freedom of the Union to bargain collectively. Nigeria as a member of these organizations and having ratified these Conventions cannot ban strike. Even where they have not ratified these conventions, the mere fact of their membership obligates them to honour the right to strike flowing from the freedom of association.

The constitutional provision of Section 40 of the 1999 Constitution of the Federal Republic of Nigeria which is in parimateria with Article 11 of the African Charter on Human and Peoples Rights (Ratification and Enforcement) Act, together with Article 8 (1) (a) of the International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights guarantees the use of strike by the mere fact that people are free to join associations and trade unions of their choice for the defence of their interest and the interest of their organizations, making the right to strike a fundamental right, in so far as it is not inconsistent with the provisions of Section 43 of the Trade Disputes Act, also guarantees trade unions the right to picket and creates immunity against any offence while carrying out this process in a peaceful manner. In all, the right of the Nigerian worker to go on lawful strike has not been removed. At best, one would say that the right has been curtailed but certainly not extinguished.

References

Abacha v. Fawehinmi (2000). 6 Nigerian Weekly Law Report 666, 228 (Supreme Court).

Abuza, A. E. (2016). A Reflection on Regulation of Strikes in Nigeria. Commonwealth Law Bulletin, 42, 3 – 37.

Adeogun, A. A. (1972). Industrial Relations and the Law. In T. O. Elias (Ed.), Law and Development (p. 122), Lagos: University of Lagos Press.

African Charter on Human and Peoples Rights (ACHPR) (1981), (Ratification and Enforcement) Act, Cap. 10. Laws of the Federation of Nigeria 1990.

Akpan, G. (1999). The Right of Workers to Strike in Nigeria. Lawyers Bi-Annuals, 3, 62-74.

Bawa & Ors n. Prestige Hotels (11993). 14(L), 963, (LCA).

Chianu, E. (2004). Employment Law, Bemicov.

Constitution of the Federal Republic of Nigeria (as Amended) (1999)

Crofter Hand Woven Tweed Co. Ltd. v. Veitch (1942). A.C. 435, 463.

Emiola, A. (2008). Nigerian Labour Law (4th ed.), Benin City, Amftop.

Employment Rights Act (ERA) (1996). Employment Rights Act of Britain, Section 235 (5)

Erugo, s. (2019). Introduction to Nigerian Labour Law Contract of Employment and Labour Practice (2nd ed.). Lagos Princeton & Associates Publishing Co. Ltd.

Garner, B. A. (2004). Black's Law Dictionary (9th ed.), Eagan, MN: West Publishing Co.

Hepple, B., & Freeman, S. (1992). Labour Law and Industrial Relations in Great Britain (pp. 474-475). Oxford Hart Publishing.

Honeyball, S., & Bowers, J. 2014). Textbook on Employment Law (p.221), Oxford University Press.

Idubor, R. (1999). Employment and Trade Dispute Law in Nigeria. Benin City: AMBIK Press

International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights (ICESCR), 1966.

International Labour Organization (ILO) (1957). Record of Proceedings. International Labour Conference, 40th Session, 1947. Geneva.

Schmidt and Dahlstorm v. Sweden (1980). 1 EHRR 637.

Sheldon, L. (1992). Freedom of Association: A Study in Labour Law and Political Theory (p. 182). New Haven, CT: Yale University Press.

South Africa Bill of Rights 1993.

South African Labour Relations Act, 66 of 1995/

The Labour Act of Ghana 2003.

Trade Disputes (Essential Services) Act, 1976.

Trade Disputes Act (TDA) (2004), Cap. TS Laws of the Federation of Nigeria 2004.

Tramp Shipping Corporation v. Greenwich Marine Inc. (1975), 2 ALL E.R. 989, 991-992.

Union Bank of Nigeria Plc v. Edet (1993). A Nigerian Weekly Law Reports. Pt. 287, 288.

Uvieghara, E. E. (2001). Labour Law in Nigeria 446: Lagos: Malthouse Press Limited.

Webster, W. B. (1993). Webster's Dictionary of English Language. Deluxe Edition. Chicago, L: Ferguson Publishing Co.

Worugji, I., & Archibung, j. a. (2009). The Repressive Face of Law to Strike in Nigeria: Hope for Industrial Peace. Journal of Commonwealth Law and Legal Education, 7, 100-120.

MOLECULAR DOCKING, EXPLORING DIVERSE SELECTIVITIES AND MECHANISTIC INSIGHTS IN THE CYCLOADDITION REACTION BETWEEN 3-BENZOYLPYRROLO-[1,2-A]QUINOXALINE-1,2,4(5H)-TRIONES AND BUTYL VINYL ETHER

Soukaina AMEUR
Molecular Modeling and Spectroscopy Research Team, Faculty of Science, ChouaïbDoukkali University, P.O. Box 20, 24000. El Jadida, Morocco
Assiya ATIF
Bioorganic Chemistry Team, Department of Chemistry, Faculty of Sciences, ChouaïbDoukkali University, P.O. Box 24, 24000. El Jadida, Morocco
Abdellah ZEROUAL
Molecular Modeling and Spectroscopy Research Team, Faculty of Science, ChouaïbDoukkali University, P.O. Box 20, 24000. El Jadida, Morocco
Noureddine MAZOIR
Bioorganic Chemistry Team, Department of Chemistry, Faculty of Sciences, ChouaïbDoukkali University, P.O. Box 24, 24000. El Jadida, Morocco

ABSTRACT

Molecular electron density theory was used to examine the [4+2] cycloaddition between butyl vinyl ether and 3-benzoylpyrrolo[1,2-a] quinoxaline-1,2,4(5H)-trione. Butyl vinyl ether behaves as a nucleophile, whereas 3-benzoylpyrrolo[1,2-a]quinoxaline-1,2,4(5H)-trione behaves as an electrophile, according to the analysis of conceptual DFT indices. The results consistently align computational activation and reaction energies with experimental findings, confirming that this cycloaddition reaction exhibits chemo-, regio-, and stereo specificity. Based on the electron function analysis, this cycloaddition reaction follows a mechanism that can involve either a one-step or asynchronous process. Furthermore, a docking study was performed on the predominant product, which was anchored in the primary protease of VEGFR-2. As a result, these compounds demonstrated increased stability and greater affinity for binding to VEGFR-2, attributed to their interactions with a larger number of residues through hydrophobic interactions when compared to vandetanib.

Keywords: cycloaddition, ELF, MEDT, molecular dynamics, regiospecificity

ENHANCED PHOTOCATALYTIC DEGRADATION OF IBUPROFEN USING AN AMORPHOUS Zn–Fe BIMETALLIC MOF

Lynda FERFECHE

Frères Mentouri Constantine 1 University, Faculty of Exact Sciences, Department of Chemistry, Constantine, ALGERIA

ORCID: 0009-0006-0314-9451

Nadra DEBBACHE

Frères Mentouri Constantine 1 University, Faculty of Exact Sciences, Department of Chemistry, Constantine, ALGERIA

ABSTRACT

The present work reports the facile synthesis of a bimetallic (ZnFe) metal-organic framework (ZnFe-BMOF) by coordinating Fe and Zn ions with a succinic acid organic ligand, and its application as a photocatalyst for the degradation of ibuprofen (IBP) under simulated sunlight. The successfull formation of ZnFe-BMOF was confirmed by various analytical techniques, including XRD, FT-IR, SEM, EDS, and UV–vis DRS. The as-prepared ZnFe-BMOF exhibited enhanced light absorption in the Uv-visible region, with a bandgap energy of 2.4 eV. The ZnFe-BMOF demonstrated a high degradation efficiency toward IBP under sumilated sunlight due to its superior light-harvesting capability, efficient charge transportation and separation, and appropriate band positions for generating reactive radicals. The mechanistic study revealed that photogenerated holes (h^+) and hydroxyl radicals (•OH) were the main reactive species responsible for IBP degradation, with holes playing the dominant role. Overall, this study introduces a new amorphous bimetallic MOF with significant potential for practical catalytic applications in environmental pollutant removal.

Keywords : ZnFe-BMOF, IBP degradation, Photocatalysis, Simulated sunlight.

MARINE FISH LEECHES IN TUNISIA: NEW HOST DATA FOR *TRACHELOBDELLA LUBRICA* AND *PONTOBDELLA MURICATA*

Ben Ahmed Raja

University of Tunis El Manar, Faculty of Science of Tunis, Laboratory of Ecology, Biology and Physiology of Aquatic Organisms, 2092, LR18ES41,Tunis, Tunisia.

[1]ORCID ID: 0000-0002-0880-2855

Gammoudi Mehrez

University of Tunis El Manar, Faculty of Science of Tunis, Laboratory of Ecology, Biology and Physiology of Aquatic Organisms, 2092 , LR18ES41, Tunis, Tunisia.

ORCID ID: 0000-0001-5756-5094

Abstract

Fish leeches collected from the Hammamet coast were examined. *Trachelobdella lubrica* (Grube, 1840) was recorded for the first time from the common seabass (*Dicentrarchus labrax*), the thornback ray (*Raja clavata*) and the scorpionfish (*Scorpaena scrofa*) originating from aquaculture facilities. Individuals of this species were observed attached to the body surface of their hosts. Leeches identified as *Pontobdella muricata* (Linnaeus, 1758) were collected from the thornback ray *Raja clavata* (Chondrichthyes, Rajidae) in the Beni Khiar area, also attached to the body surface.

Keywords: Tunisia, Mediterranean Sea, Annelida, Clitellata, Hirudinida, Piscicolidae, marine fish parasites.

NUMERICAL SIMULATION OF THERMAL BEHAVIOUR OF WALLBOARDS CONTAINING A PHASE CHANGE MATERIAL (PCM) FOR THE LIGHT ENVELOPE OF BUILDINGS

Selka ghouti

Laboratoire EOLE Université Abou bakr belkaid B.P 119 13000, Tlemcen, Algérie.

Abstract

This work is part of the development of new construction materials that allow energy storage and improve energy efficiency in buildings. We chose a type of innovative material, namely phase change materials (PCMs) integrated into conventional construction materials such as concrete. This led us to undertake the study of the behavior of this new Concrete-PCM material. A *2D* model of the system based on a finite volume method (FVM) with an equivalent thermal capacity (C_eff) for the PCM was developed. This validated numerical model is coupled with a global building model in Ansys Fluent to simulate and evaluate the performance of several thermal configurations. A numerical comparison was carried out between ordinary concrete and the new composite Concrete-PCM material.

Finally, our objective is to assess the impact of PCMs on the thermal properties of concrete and, consequently, their effect on the thermal comfort of buildings.

Keywords: PCM, PCM-Wall, thermal energy storage, melting solidifying , multiscale modelling, heat transfer

COMPLEMENTARY AND ALTERNATIVE MEDICINE USE AMONG CHILDREN TO INCREASE MENTAL HEALTH

Elizabeta Popova Ramova
Vladimir Apostolov
Faculty for dental medicine, [1,2]College for medical cosmetology and physiotherapy
MIT University Skopje, RN Macedonia

Abstract

Complementary Medicine (CAM) can be beneficial for various mental health issues. Mental health issues in children have become a serious public health concern in the past few decades. . **Material and method:** Data were collected from studies published with key words: children, adolescents, mental health, CAM, published in last ten years. Methodology of analysis of data was divided in groups by disease, CAM method, region and country, economic status of parents, effect on mental health. **Results:** The most common disease condition, who can be prevent and treated were: behavioral and developmental conditions (autism, phobia or fears, mental retardation, developmental delay, Down Syndrome, and learning disability). The used CAM were: acupuncture, Ayurveda, biofeedback, chelation therapy, energy healing therapy, hypnosis, massage, naturopathy, traditional healers, movement therapies, herbal and non-vitamin supplements, yoga/tai chi/qi gong, and relaxation, ecotherapy, chromotherapy and physical activities with elements of sport. The parents were with high economy status by 65% of them. **Discussion:** the reasons for why parents of children with mental health issues chose to use CAM therapies primarily are because of CAM's complementary role to disease and symptom relief as well as CAM's natural and holistic approach. Some of those programs can be involve in summer or winter children camps. **Conclusion:** The main reason why in schools and out it can be involve children in this activities are more natural and holistic healthcare approach with exactly sciences results. Low percentage of CAM use by medical doctors, and schools indicating that educational interventions of equipping medical professionals with CAM knowledge and experience will be conducive to more effective communication and treatment.

Key words: children, adolescents, mental health, CAM.

Introduction

Alternative Medicine (CAM) can be beneficial for various mental health issues. Mental health issues in children have become a serious public health concern in the past few decades. Children and youth are often challenged to maintain well-being, positive behavior, and social participation. Substantial evidence exists to support the use of activity- and occupation-based interventions to address the mental health, behavioral, and social participation concerns of children and youth. Occupational therapy practitioners should match the desired outcome of therapy with the appropriate intervention to provide the best and most effective services to their clients.(1)

Strong evidence indicates that engagement in occupations and activities, practice within and across environments, and coaching and feedback improve participation and performance in activities of daily living (ADLs) and functional mobility. Moderate evidence supports the use of collaborative goal setting, modeling, and guided participation in play and leisure. Moderate evidence also supports technological interventions for ADL, play, and leisure performance.

Engaging children and youth in occupations and activities; providing guidance in goal direction, planning, and feedback to enhance their participation; coaching caregivers in effective carryover; and providing technology-based intervention can improve the occupational participation and performance of children and youth.(2)

Alternative healing methods are traditionally used around the world. In modern societies, up to 60% of patients use these methods, despite the existence of high standards for treatment in conventional medicine. The WHO believes that this interest in modern countries is due to several facts, namely:

- increased resistance to antibiotics,
- treatment of diseases that can improve the quality of life in progressively chronic diseases,
- in the treatment of cancer patients, as an additional therapy when the outcome is unfavorable.

The **Aim** of our research were to examine the characteristics of CAM used among children to increase mental health and prevent issues

Material and method

Data were collected from studies published with key words: children, adolescents, mental health, CAM, published in last ten years. Methodology of analysis of data was divided in groups by disease, CAM method, economic status of parents, effect on mental health.

Results

The most common diseases, who can be prevent (some) and treated:

- Behavioral and developmental conditions,
- Autism,
- Phobia or fears,
- Mental retardation,
- Developmental delay,
- Down Syndrome,
- Learning disability

The most used CAM were:

- Acupuncture,
- Ayurveda,

- Biofeedback,
- Chelation therapy,
- Energy healing therapy,
- Hypnosis,
- Massage,
- Naturopathy,
- Traditional healers,
- Movement therapies,
- Herbal and non-vitamin supplements,
- Yoga/Tai Chi/Qi Gong,
- Relaxation.

The parents were with high economy status by 65% of them. In our society with middle low economy, patients with all levels of society support children if they are in school places.

Discussion

The reasons why parents of children with mental health problems have chosen to use CAM therapy are primarily the complementary role of CAM in alleviating diseases and symptoms, as well as CAM's natural and holistic approach. To what extent do these methods have a positive health effect? By analyzing published works in the last 10 years, we have gained new knowledge about what troubles children and adolescents in modern society and how they are treated.



Fig.1 Support of parents and collaboration with school administration is essential for success

1. Nutrition and mental health - it has been determined that treatment with probiotic supplements of the intestinal microflora has a positive therapeutic effect in children and adolescents with mental disorders. Taking probiotics is recommended, as well as examining the intestinal microflora if psychiatric symptoms are suspected. Obesity - Increased body weight has repercussions on physical, mental and social health.

In the process of implementing a weight loss diet, support from the environment is needed, especially the parent-child axis. Parents and children should move towards joint education, because obesity may have a psycho-emotional etiology.(3) Bulimia and anorexia are mental illnesses that have a socio-psychological background, and this can be helped by joint psychological training of parents and children. Alternative methods for improving self-esteem are useful.

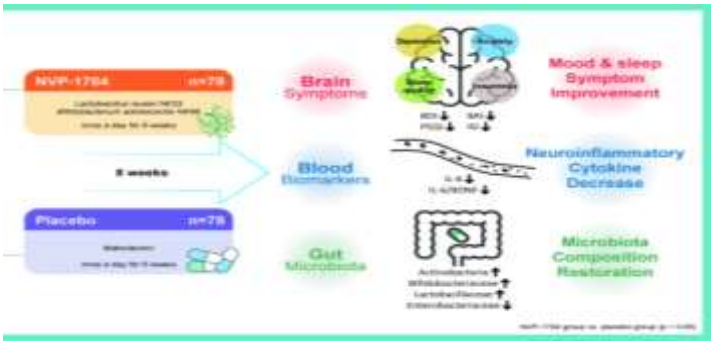


Fig.2 Good mental health with healthy intestinal microflora

2. Music Therapy - We know its effect in the treatment of autism, depression, insomnia and schizophrenia. Today, the guidelines for its use are in the prevention of psychologically undesirable conditions and psychiatric diseases. Therefore, it is proposed to be applied at all levels of the educational process from preschool age onwards. Active application can prevent negative socio-psychological reactions. (4) Showing fig.3 and 4.

3.Dance Therapy - Improves emotional interconnection. which is important for supporting mental improvement. This therapy has a positive mental psychological effect in children with oncological diseases.(5,6) Showing fig. 5

4. Occupational therapy - used in all forms of rehabilitation, known methods include art therapy, playing instruments, gardening, etc. It has a positive effect on self-esteem, self-extrusion and relaxation. In adolescents it is effective in reducing anxiety and improving consumer processes. Showing fig.6. It is used more in preschool age (7)

5. Adventure therapy - used to improve mental health in children and adolescents with oncological diagnoses. It consists of exploring nature, new discoveries of the environment cause self-confidence, emotional, psychological, consumer, social and spiritual well-being (8,9)

6. Eco-therapy - Being in nature, going on trips, walking, has a positive effect on mental health. It is recommended that the school environment be green with horticultural elements. Architectural solutions for the interior should be in shape and color with positive mental reactions to students. (10) It is preferable to conduct exercises outdoors in nature on the grass. Showing fig. 7 and 8.

		
Fig.3	Fig.4	Fog.5
		
Fig.6	Fig.7	Fig.8

7. Physical exercise - activities and any form of movement is positive for mental health. Whether it is an alternative method, such as yoga, tai chi, qi gong or conventional exercises such as swimming, balance exercises and balance exercises or sports activities, for healthy or disabled children. A new trend that is being followed is the physical activity of climbing-hiking, in a free natural space or in a room with special equipment. In chronic diseases such as epilepsy and diabetes, exercise has a positive effect on self-esteem and concentration.

Exercise has also been effective in treating depression in children and adolescents, as well as in children with disabilities as sports for children with CP and Down syndrome. Important- In the inclusion of children and adolescents, even in adults without mental, is the optimization of the individual's abilities with an exercise program. Exercises are intended, due to the inability to perform, can give negative feedback with a negative mental reaction and deterioration.(11,12,13) Showing fig.9,10 and 11)

		
Fig.9	Fig.10	Fig.11

8.Aromatherapy - can be applied in all forms such as aromasage, aromalyhalia and aroma, but also given in the form of tablets and teas as supplements. Rules Choice of aromatic substance according to the age of the child, Choice of aromatic substance according to psychological, psychiatric diagnosis, Choice of form of aromatherapy according to conditions and possibilities of applications. Rule - what is not harmful to newborns is not harmful to adults. Aromatic substances are used according to instructions and indications: Ex. Lavender for insomnia and depression, but not for anxiety. The effect can be achieved in a short period, in 5 seconds through inhalation. Can be used as a bath for skin care and bathing. (14)

9.Animal therapy - The use of animals in human treatment has a long history. Animal-assisted therapy (AAT) is an alternative or complementary therapy that involves the use of animals in therapy, and is also used with children. Types include dog-assisted therapy, horse-assisted therapy, dolphin therapy, and keeping various pets. The goal of this animal-assisted intervention is to improve: the patient's social, emotional, or cognitive functioning. Research-based effects: Psychological disorders, developmental disorders, cancer, chronic pain, attention deficit hyperactivity disorder, autism spectrum disorder, post-traumatic stress disorder, and major depressive disorder are among the psychological disorders that may benefit from animal-assisted therapy In recent decades, an increasing amount of research has indicated the social, psychological, and physiological benefits of animal-assisted therapy in the fields of health and education. Although the effectiveness of animal-assisted therapy is still unclear due to a lack of clarity regarding the extent to which the animal itself contributes to the recovery process, there is a growing awareness that the therapy can be effective in treatment.(15)

10. Light and Music Therapy - Sensory Room A sensory room is a special room designed to develop a person's senses, usually through special lighting, music, and objects. There are several types of sensory rooms and purposes that have been created and implemented in different areas of practice to date. When used, sensory rooms: help create a safe space, provide opportunities for engagement in crisis prevention and de-escalation strategies, promote self-care/self-nurture, resilience, and recovery, help individuals manage their stress levels, can help manage negative thoughts and emotions. Sensory rooms can be helpful for those with a history of aggression, as they can be helpful in de-escalating aggressive behavior. Relaxation is an important aspect of sensory rooms, and the different variables of multi-sensory rooms can help reduce different types of problematic behaviors in patients.(16)

Conclusions

The main reason why parents chose AM for their children is their desire for a more natural and holistic approach to health care. The low percentage of AM use by medical doctors and in school spaces, indicates that educational interventions are needed for medical professionals with CAM knowledge and experience, as they may be suitable for more effective for communication prevention and treatment of children and

adolescents. Education is also needed on the application of the method and expected effects, as well as how to evaluate the condition, before and after treatment. School activities in and out of school for children and adolescents, in addition to other professional staff, can also employ alternative methods practitioners. The growing percentage of children with mental disabilities finds the overall activity of societies, in order to eliminate the causes that we can act on through prevention and treatment.

References

1. Susan M Cahill , Brad E Egan , Joanna Seber .(2020): Activity- and Occupation-Based Interventions to Support Mental Health, Positive Behavior, and Social Participation for Children and Youth: A Systematic Review. Am J Occup Ther. 74(2):7402180020p1-7402180020p28. doi: 10.5014/ajot.2020.038687.
2. Sharon Hoover , Jeff Bostic .(2021): Schools As a Vital Component of the Child and Adolescent Mental Health System. Review. Psychiatr Serv. ;72(1):37-48. doi: 10.1176/appi.ps.201900575.
3. Anna N Ligezka , A Irem Sonmez , Martha P Corral-Frias , et al.(2021): A systematic review of microbiome changes and impact of probiotic supplementation in children and adolescents with neuropsychiatric disorders. Prog Neuropsycho-pharmacol Biol Psychiatry. ;108:110187. doi: 10.1016/j.pnpbp. 2020.110187. Epub 2020 Dec 1.
4. Shentong Wang, Mark Agius. (2020) The use of Music Therapy in the treatment of Mental Illness and the enhancement of Societal Wellbeing. Cochrane Database Syst Rev. 47(282):240-243. PMID: 30439854.
5. Suzi Tortora (2019): Children Are Born to Dance! Pediatric Medical Dance/Movement Therapy: The View from Integrative Pediatric Oncology. Children (Basel). ;6(1):14. doi: 10.3390/children6010014.
6. Andrzej Witusik , Tadeusz Pietras. (2019): Music therapy as a complementary form of therapy for mental disorders. Review. s PMID: **31945027.**
7. Patricia Laverdure, Stephanie Beisbier.(2021): Occupation- and Activity-Based Interventions to Improve Performance of Activities of Daily Living, Play, and Leisure for Children and Youth Ages 5 to 21: A Systematic Review *Available to Purchase.*

   The American Journal of Occupational Therapy, 2021, Vol. 75(1), 7501205050p1–7501205050p24.https://doi.org/10.5014/ajot.2021.039560.
8. Iris Epstein .(2004): Adventure therapy: a mental health promotion strategy in pediatric oncology. Review.J Pediatr Oncol Nurs . PMID: **15125554**
9. Anika Frühauf, Martin Niedermeier, Kathrin Sevecke . et al. (2020): Affective responses to climbing exercises in children and adolescents during in-patient treatment for mental health disorders a pilot

study on acute effects of different exercise interventions. Clinical TrialPsychiatry Res. 291:113245. doi: 10.1016/j.psychres.2020.113245. Epub 2020 Jun 22.

10. Lærke Mygind, Eva Kjeldsted , Rikke Hartmeyer , etv al.(2019): Mental, physical and social health benefits of immersive nature-experience for children and adolescents: A systematic review and quality assessment of the evid. Health Place. 58:102136. doi: 10.1016/j.healthplace.2019.05.014.
11. Jeremy Sibold , Erika M Edwards, Linnae O'Neil, et al.(2020): Bullying Environment Moderates the Relationship Between Exercise and Mental Health in Bullied US Children. J Sch Health. 90(3):194-199. doi: 10.1111/josh.12864.
12. Xihang Wang , Fiona Dubrosa, Mary O'Connor, et al. (2022): Pediatric strength training: benefits, concerns, and current trends**.** Curr Opin Pediatr . ;34(6):625-633. doi: 10.1097/ MOP.0000000000001187.
13. Jean C Bikomeye , Joanna Balza , Kirsten M Beyer (2021): The Impact of Schoolyard Greening on Children's Physical Activity and Socioemotional Health: A Systematic Review of Experimental Studies. Int J Environ Res Public Health. 18(2):535. doi: 10.3390/ijerph18020535.
14. Amadéo S, Nguyen NL, Teai T, et al.(2020): Supportive effect of body contact care with ylang ylang aromatherapy and mobile intervention team for suicide prevention: A pilot study. J Int Med Res. 2020 Sep;48(9):300060520946237. doi: 10.1177/0300060520946237.
15. Doan T, Pennewitt D, Patel R. et al.(2023): Animal assisted therapy in pediatric mental health conditions: A review. Pediatr Adolesc Health Care53(12):101506. doi: 10.1016/j.cppeds.2023.101506.
16. Awaida I, Saleh AA, El Masri J, et al.(2024): Evaluating the Efficacy of Combining Sensory Room and Conventional Therapies for Lebanese Children With Autism: A 10-Year Study. Cureus. ;16(9):e69953. doi: 10.7759/cureus.69953. eCollection 2024 Sep. PMID: 39445261

PULMONARY THROMBOEMBOLISM AFTER SURGICAL TREATMENT OF KNEE RELATED FRACTURE. (CASE REPORT)

PoposkaBiljana
Ramov Leonid
Spasovska Marija
Pejkovska Sava
University Clinic fo pulmonology and allergology, Skopje,
Republic of North Macedonia.

Abstract

Introduction: Pulmonary thromboembolism(PTE) and Deep vein thrombosis (DVT) are common complication following any type of surgery. In addition, surgery preformed on fractures of any type has a risk higher then 10% of developing PTE after treatment. Therefore a 2-5 week prophylaxis (for low molecular weight heparin LMWH) is given after the surgical procedure.**The aim of this study** was to present a case of PTE, preceded by local DVT, preceded by surgical treatment of fracture inthe knee, despite of prophylaxis with 4000 I.U of LMWH for 21 days.**Materials and methods:**A 20-yearold male (professional athlete)patient treated for PTE, DVT and Pleuropneumonia from 22.06.2024 to 05.07.2024in our department, following a surgery performed 1 month prior. **Results:** The patient was admitted with d-dimer count of 3900ng/L, S1Q3T3 ECG pattern,having an ongoing pneumonia, painful swelling of the popliteal fossa and with a recent orthopedic surgery he was at high risk of having PTE. On admission, treatment with a dose of 2x8000 I.U of LMWH was started. The following day a PTE protocol CT was performed confirming the diagnosis. Having confirmed the diagnosis via CT, a lower limb doppler ultrasound was preformed, showing a total occlusion of the right femoral vein giving us a confirmation of DVT. A vascular surgeon was consulted after the DVT confirmation, who suggested a conservative treatment with LWMH. During the treatment the patient was regularly evaluated for hemostasis and after 2 weeks there was a clinical and hemostatic improvement and the patient was discharged with oral therapyof 2x15mg Rivaroxaban for 10 days and with a suggestion to perform a new lower limb doppler and hemostatic evaluation after the 10 days oral treatment for dose adjustment of the NOAC.**Discussion:**When the given anticoagulant prophylaxis fails, factors like: age, BMI of the patient, dosage and duration of the prophylaxis, comorbidities, post-surgical management and rehabilitation should be considered and evaluated. **Conclusion:** DVT and PTE remain common complications after any type of surgery, despite the given prophylaxis and should be considered and treated when dealing with this risk group of patients.

Key words: Pulmonary thromboembolism, post surgery deep vein thrombosis.

GRANULOMATOSIS WITH POLYANGIITIS (WEGENER'S GRANULOMATOSIS), DIAGNOSIS AND INITIAL TREATMENT (CASE REPORT)

Ramov Leonid
Zdraveska Marija
Dimitrievska Deska
University Clinic for Pulmology and Alergology, Skopje,
Republic of North Macedonia.

Abstract

Introduction: Granulomatosis with polyangiitis (GPA), formerly known as Wegener's granulomatosis (WG)is a rare long-term systemic disorder that involves the formation of granulomas and inflammation of blood vessels (vasculitis).**The aim of this study** was to present a case of (WG) that was sent to our clinic for diagnostics due to lung involvement previously seen on a CT scan. **Materials and methods:**57-year-old male patient who underwent full clinical evaluation and invasive diagnostics in our clinic between 11.11.2024 and 26.11.2024.**Results:** The patient was admitted with nasal congestion, weight loss, elevated C-ANCA, and a CT scan showing multiple bilateral lung infiltrates. Previous to the hospitalization the patient had a non-conclusive nasal mucosa biopsy and broncho biopsy. During the hospitalization the patient had reduction in creatinine clearance, loss of albumin, suggestive of kidney involvement. A rheumatologist was consulted, who asked for other lung conditions to be excluded, regardless of having the necessary criteria for the diagnosis. To biopsy the infiltrates in the lung was technically difficult due to their position and size and also with a high risk of getting a false negative biopsy. Having kidney involvement, a kidney biopsy was scheduled, previously discussed with a nephrologist. The biopsy confirmed an early kidney involving vasculitis with positive C-ANCA confirming (WG). A high does Methylprednisolone was given afterwards with decrease in the doses every 3 days as per protocol. A rheumatologist was consulted again, who initiated therapy with cyclophosphamide and maintenance dose steroids after discharge, with a consideration for a switch to rituximab in the future. After 2 months of the initial treatment a control CT of the lungs was performed with no progression of the lung involvement. **Discussion:**If the lung infiltrates are not available for viable biopsy due to any reason, a kidney biopsy can always help for diagnosing (WG), with C-ANCA being the second key criteria. **Conclusion:**Lung nodules with decrease in kidney function and positive C-ANCA complete the diagnostic criteria for (WG), biopsy of either the kidney or the lung is not regularly performed unless for exclusion of other conditions.

Key words Wegener's granulomatosis, lungs involvement.

THE IMPACT OF TECHNOLOGICAL INNOVATION ON ENERGY SECURITY IN SOUTH ASIA

Haleema Azam Khan
Department of Economics, Kohat University of Science and Technology, KPK, Pakistan
Dr. Dilawar Khan
Department of Economics, Kohat University of Science and Technology, KPK, Pakistan

ABSTRACT

This study investigates the role of technological innovation in enhancing energy security across South Asia, focusing on Pakistan, India, and Sri Lanka during the period 2000–2023. Energy security, defined as the uninterrupted availability of energy at an affordable price, is increasingly challenged in the region due to rising demand, heavy dependence on imported fossil fuels, and infrastructural vulnerabilities. Drawing on the theoretical foundations of the Four As framework, socio-technical systems theory, innovation systems theory, and the energy justice framework, the research examines both short-term resilience and long-term sustainability of energy systems. A balanced panel dataset is employed, incorporating energy security, technological innovation (proxied by R&D expenditure), urbanization, per capita income, institutional quality, globalization, and energy transition indicators. Methodologically, panel unit root tests (LLC and IPS), Pedroni cointegration, and the Panel Autoregressive Distributed Lag (ARDL) approach are applied to capture both short- and long-run dynamics. The findings reveal that technological innovation significantly contributes to strengthening energy security by diversifying energy sources, improving efficiency, and facilitating renewable integration. Control variables such as globalization, institutional quality, and urbanization further shape the degree of resilience and sustainability across countries. However, disparities in institutional capacity, financing, and regional cooperation continue to constrain the diffusion of advanced technologies, limiting broader security gains. The study concludes that fostering technological innovation—coupled with robust governance and cross-border collaboration—is imperative for ensuring a secure, affordable, and sustainable energy future in South Asia.

Keywords: Technological innovation, Energy security, Panel ARDL, Renewable integration, R&D expenditure, Globalization, Institutional quality, Urbanization, Energy transition, Governance, Regional cooperation.

AN APPRAISAL OF SUCCESSION PLANNING IN FAMILY-OWNED BUSINESSES IN NIGERIA: EMPIRICAL EVIDENCE FROM SELECTED SMEs IN LAGOS STATE, NIGERIA

DR. CHUKWUEMEKA G. EME (PhD)
Department of Business Administration, Faculty of Management Sciences, National Open University of Nigeria (NOUN), Jabi – Abuja

ABSTRACT

Family-owned businesses in Nigeria and other nations of the world play important roles in economic growth and development some of which include creation of employment opportunities, maintenance of competition, stimulation of indigenous entrepreneurship, wealth creation, innovations and creativity, foreign exchange earnings, mobilization of savings, and contribution to the GDP. Despite these vital roles, family-owned enterprises in Nigeria are faced with the problem of succession as about 95% of family businesses do not survive the third generation of ownership. Hence, this study conducted an assessment of succession planning in family-owned businesses in Nigeria drawing empirical evidence from some selected SMEs in Lagos State. Management succession planning in family-owned businesses in Nigeria were studied to determine how family-owned businesses manage succession and continuity of family-owned businesses in Nigeria, with the aim of identifying the factors preventing smooth succession in family-owned enterprises. Data were elicited from questionnaire administered. The study adopted purposive research design, the population of the study was (3,500) and sample size studied was 350 business owners/manager, using a simple random sampling of 10% of total population. Data were analysed using descriptive statistics. The hypotheses were tested with multiple regressions. The findings revealed that the lack of succession plan is not the significant factor responsible for the problem of succession despite the fact that most family enterprises lack succession plan. There are other factors responsible for the problem of poor succession in family-owned businesses in Nigeria

Keywords: Owner-entrepreneur, Succession planning, Family-owned business, Successor, Lagos, Nigeria

1. Introduction

According to Abouzaid, (2008), family-owned businesses constitute the world's oldest and most dominant form of business organization. They account for about 70-95% of all businesses entities in most countries around the world and also create between 50-80% employment (European Family Businesses, 2012). According to Small and Medium Enterprises Development Agency of Nigeria (SMEDAN) (2012), family businesses in Nigeria contribute about 46-54% to Gross Domestic Product in 2014. The ''European Group of Family Enterprises'' and the ''Family Business Network'' (2008), defines family business as a company whose ownership and management are concentrated in one or more families, with at least one member of the family at the helm and control of the business and others are being groomed or considered

for eventual leadership. Furthermore, Suh et al., (2008) believed that family business can be defined using the following criteria: voting control, percentage of ownership, power over strategic decision, involvement of multiple generations, and active management by family members. Thus, family business can be defined as a business in which the family has influence or control over both the ownership and management operations (Cabrera-Suarez, 2005).

In the United States of America (U.S.) family businesses constitutes 90 percent of businesses, accounts for 64 percent pf U.S. gross domestic product, generate 62 percent of the country's employment, and account for 78 percent of all new job creation (Astrachan and Shanker, 2003). This is to such extent that the greatest part of America's wealth lies with family-owned businesses. Furthermore, studies have shown that about 35 percent of Fortune 500 companies are family-controlled and represent the full spectrum of American companies from small business to major corporations (Astrachan and Shanker2003). In North America, family firms comprise 80 to 90 percent of all business enterprises (Astrachan and Shanker, 2003).

On the other hand in Africa, family-run businesses tend to be less formal or institutionalized than their counterparts in the developed economies. They sometimes lack the history, expertise and government support found in other parts of the world and as a result, these businesses have a tendency to be short lived and rarely pass to a second generation of owners. Hence, operating and growing family businesses in Africa requires more efforts and home-grown strategies to survive than their counterparts in developed countries. Though a recent study (Oluwafunmilayo, Olokindun, Moses, & Grace, 2018) believed that entrepreneurs that hail from existing family business have a tendency to keep up in business. However, most developed countries' literature concentrates on performance and dynamics issues in the short term while looking at strategies for growth and succession on the long run.

Another reason may be that in most international discussions, as well as global publications and documents, when a nation is considered developed or advanced, it is an indication that the private sector, dominated by entrepreneurs and SME sector of that nation is developed. When a nation is described as under developed or developing, its private sector is under developed or developing. This could also be the reason why many higher educational institutions in developed economies offer family business programs or degree at bachelor and master's level unlike in developing economies

The poor survival rate of family firms is a continuing source of concern given the dominance of family businesses in so many national economies all over the world as only 13 percent survive through the third generation (Sharma, 1999). According to Davis & Haverston, (1998) just 30% of family businesses see the light of the day beyond the first generation while about 10% to 15% go beyond third generation. In Nigeria more than 70% of Small and Medium Size Enterprises (SMEs) die before their founders as most

of them are not able to survive a generational transition (Lansberg & Astrachan, 1994; Nworah, 2011). This problem is as a result of inheritance culture that influences management succession because, without qualified successors, there cannot be generational enterprises (Onuoha, 2013). According to Ugboro, (2011) Nigerian society thrives on sentiments with people occupying positions they should not because they are related to people at the helm of affairs with owners of businesses usually passing the reins to members of families, especially the eldest child even if not qualified, interested or knowledgeable enough to know their left from right, The right of the eldest surviving son to succeed his father in the headship of the family and his commercial ventures is automatic and arise as a result of seniority (Onuoha, 2010).

The current failure of family-owned businesses (FOB) in Nigeria has necessitated the training of individuals with valuable skill sets in the short term who can become valuable for the business in the long-term (Babey, Hagel, Montilla, Robins, & Harris, 2016). Babey et al. (2016) further pointed out that many in-service skilled workers from the 1980s era in Nigeria, who might be able to pass on their valuable skill sets, are leaving the industry at an alarming rate. In this context, inadequate preparation and the downplaying of succession planning hav badly hit the industry and the future success of family businesses, affecting the rebound of business activities among small and medium enterprises (SMEs). An increasing number of founders of family-owned businesses (FOB) are becoming eligible for retirement. This is particularly true for engineers, geologists, skilled labourers, and experienced executives. Such roles are difficult to fill because the demand is high and there are fewer individuals with experience in these areas (Babey et al., 2016). Alvani, Souteh, Jandaghi, and Inaloo (2016) noted that slightly more than half of FOB do not have a signed, documented succession plan in place, and that a few companies recently started implementing a succession plan.

Alvani et al. (2016) asserted that succession planning enables an organization to identify its knowledge gaps and to foster and train its employees, so they are able to express their desires about career development in a safe, active, and comfortable environment. Effective successive planning helps to identify positions that are critical to organization success and enhances the strategic effort to prepare individuals to take up new roles. Supporting the influence of succession planning on knowledge management transfer, Alvani et al. (2016) stated that the main aim of a comprehensive succession plan should be to transfer the knowledge possessed by key individuals before they leave the organization sue to retirement or voluntary exit.

The lack of succession planning in Nigeria is a serious problem militating against the survival of family-owned businesses as 94.2% of entrepreneurs do not have a succession plan (Onuoha, 2013). Despite the challenge posed by a lack of succession planning, most studies failed to examine succession planning and its effects on the continuity of family-owned enterprises in Nigeria. Few of the research conducted on

succession planning tend to focus more on the small and medium scale enterprises, paying less attention to family-owned businesses. This situation is appalling, considering the fact that a large majority of SMEs are family-owned enterprises (European Commission, 2009).

The purpose of this research, therefore, is to carry out an in-depth appraisal of succession planning for the purpose of identifying the factors preventing smooth succession in family-owned businesses in Nigeria. This paper is structured into six sections; the first section is this part which introduced the topic. The second is the literature review which presents previous studies on succession planning in family enterprises. The third section presents the research methodology while the fourth section presents the findings and discussions. The fifth section is conclusion while the last section is the limitation of the study.

2. Literature Review

2.0 Conceptual Review

2.1 Concept of Family Business

Onuoha, 2012, posited that family-owned businesses may be the oldest form of business organization, but it is only in recent decades that their benefits and roles in the economy is being researched into. According to him, more than 70 percent of companies in most developed countries are family-owned. The contributions of SMEs and family-owned business in an economy are numerous, diverse and integrated. Some of them include: stimulation of indigenous entrepreneurship, creation of thousands and millions of employment opportunities and openings, maintenance of competition, greater innovations and creativity, paying taxes, earning foreign exchange, mobilising savings and contributing reasonably to a nation's gross domestic product.

A huge amount of consensus is required to define the family business and many factors are needed to differentiate family businesses from other form of businesses. The family member's involvement in family businesses can vary from ownership of shares to full involvement of members in the business. These factors lead to the difficulty in defining the ''family business'' (Neuebauer and Lank, 1998). Handler (1989) offered a broad definition of the family business as ''an organization where all the operating decisions and the plans related to leadership successions is effected by the family member who is in the management or board''. Moreover, it is found that family-owned businesses are in micro and small businesses because it is found that family businesses are fast growing and prosperous businesses.

Generally, a business that is owned and managed by one or more than one family member is called family business (Handler, 1989; Hollander & Elman, 1988). Davis and Tagiuri (1982) defined family business more broadly as businesses where one or more extended family members are involved in management of the business through practice of management roles, ownership rights or kinship ties.'' Furthermore, Gallo

(1994) described family businesses as indispensably similar all over the world due to their issues, problems and interests.

Family businesses may include various combinations, including husbands and wives, children and parents, extended families, two or more generations in the forms of employees, stock holders, advisors, partners, board members, and so on (Lannarelli and Bianco, 2010). The scenario of multiple membership of family businesses is mostly common in the U.S. and Europe. In most developing countries, including Nigeria, ownership and membership of family enterprises are limited to nuclear and sometimes, the extended family, coupled with conflicts that may also account for the reason why family businesses have high mortality rate in Nigeria. The proportion of the economy which the family businesses occupy in some of the important economies are as follows: Brazil – 90%, USA – 96%, Belgium – 70%, UK – 70%, Finland – 80%, France – 60%, Germany – 60%, Netherlands – 74%, Poland – 80%, Portugal – 70%, Spain – 79%, UK – 70%, Australia – 75%, (Timmons and Spinelli, 2009). The percentage in the World is similar if not more. These statistics underscore the dominance of family businesses in most economies.

2.2 Why Family Businesses Fail?

Family enterprises forms the backbone of any economy, with families owning or controlling 80 percent of all businesses. But studies have shown that only 30 percent of the family businesses survive into the second generation while even less continues to the third. Qurashi, Hussain, & Mushtaq, (2013) in their work 'The Dilemma of Success and Failure in Family Business'' examined the circumstances and setbacks of the family owned business in Pakistan. They ascribed success of family business to having a clear vision, shared values, clear procedure, expectations and proper succession plan. Notably, the success of family business inevitably comes down to the fine art of integrating and balancing the needs between ownership, family and business. According to Golob (2018), family businesses struggle and fail some reasons which include:

2.2.1 Lack of Proper Planning

All businesses require planning, but family businesses face the additional planning task of balancing family and business demands. There are five critical issues where the needs of the family and the demands of the business overlap and require parallel planning action to ensure that business success does not create a family or business disaster. They are:

a. Capital: How are the firm's financial resources sourced and allocated between different family demands?
b. Control: Who has decision-making power in the family and firm?
c. Careers: How are individuals selected for senior leadership and governance positions in the firm or family?

d. Conflict: How do we prevent this natural element of human relationships from becoming the default pattern of interaction?
e. Culture: How are the family and business values sustained and transmitted to owners, employees and younger family members?

2.2.2 Poor Succession Planning

One of the fundamental problems of the family business is the lack of an adequate succession plan. Many of the family businesses did not have a succession plan in place, and few of those that did had designated a specific person to take the reins. However, succession can require a multi-stage process of growing involvement and it's crucial for predecessors to dedicate time to creating a business roadmap. Planning cannot be done in isolation of the family.

There appear to be two main factors affecting the development of family business and succession process: the size of the family, in relative terms the volume of business, and suitability to lead the organization, in terms of managerial ability, technical know-how and commitment (Arien, 2010). Arien proposed a model in order to classify family firms into four scenarios: political, openness, foreign management and natural succession.

One of the largest trends in family business is the amount of women who are taking over their family firms. In the past, succession was reserved for the first born son, then it moved to any male heir. Now, women account for approximately 11-12% of all family firm leaders, an increase of close to 40% since 1996. Daughters are now considered to be one of the most underutilized resources in family businesses. To encourage the next generation of women to be valuable members if the business, potential female successors should be nurtured by assimilation into the family firm, mentoring, sharing of important tacit knowledge and having positive role models within the business.

2.2.3 Family Conflict

Mutual support among relatives is key for instilling loyalty towards the family business. Many families lack procedures that help manage conflict in an objective and productive way, so seeking outside help is often necessary to help the family out of seemingly irresolvable issues. The challenge faced by family, businesses and their stakeholders, is to recognize the issues that they face, understand how to develop strategies to address them and more importantly, to create narratives, or family stories that explain the emotional dimension of the issues to the family.

2.2.4 Different Visions between Generations

Generational conflict ban hinder the growth of family businesses. This is especially true of disagreement in core values and missions exists. The next generation should be cautious not to reject established work

methods and entrepreneurial vision, just as predecessors should demonstrate flexibility in exploring new management strategies and ideas for innovation.

2.2.5 Governance Challenges

Business families do not need to just consider corporate governance. In addition to corporate oversight, they require family and shareholder governance infrastructure. Family governance requires family meetings, councils or assemblies which requires time and commitment.

It is crucial to communicate and create a flow of information between owners, the business and the family. Many members fear raising sensitive issues, losing control or sharing too much information. Without governance, members are confronted with exclusion and secrecy, assumptions and procrastination.

2.2.6 Exclusion of Family Members outside the Business

Family members has an investment and the overall assets of the family, whether they are active in the management of the business or assets, the business and assets impact lifestyle, health and happiness of everyone in the family business.

2.3 Empirical Review

This section review extant literature on succession in small and medium scale enterprises (SMEs), particularly family-owned businesses. Some of these studies include the work of Obadan & Ohiorenoya (2013) that examined succession planning in small businesses in the hotel industry in the ancient city of Benin-Nigeria and found that most of the small businesses have no succession plan in place. They further found that the ability and the competence of potential successors are not put into consideration. Ogundele et al. (2012) in their studies of entrepreneurial succession problems in Nigeria's family businesses found that the succession law coupled with the multi-cultural nature of Nigeria serve as the stumbling block to smooth succession in family-owned businesses. They also stated that the existing laws on succession are ambiguous as they encompass the native laws and customs of the people.

Musa & Semasinghe (2014) examined leadership succession problem in small family businesses in Nigeria and found that most founders of family-owned firms failed to embark on succession planning due to fear of losing control of the business to subordinate or any member of the family. In addition to their findings, they also discovered that the problem of inheritance among family members militate against the continuity of family enterprises.

Onuoha (2013) study on poor succession planning by entrepreneurs in Nigeria found the following factors to be responsible for poor succession. These include entrepreneurs' feelings of sound health, lack of interest by potential successor; entrepreneurs' lack of knowledge of what succession planning entails; and the fear of mismanagement. In the same vein,

Aderonke (2014) research on culture determination and family business succession in Jos, Nigeria found that cultural factors such as extended family system, inheritance tradition (such as preference for sons, marriage) and education have significant impact on the successful of family enterprises.

The foregoing studies highlighted several factors that tend to inhibit the succession and continuity of family-owned businesses in Nigeria. It is pertinent to mention the common factor, as noted above, often mentioned as the cause of succession and continuity problem in small and family businesses in Nigeria is the lack of succession planning. Hence, the aim of this study is to conduct an appraisal on family-owned businesses in Lagos in order to bring to bear the lack of succession planning is significantly responsible for the problems of succession.

3. Methodology

The study adopted a purposive sampling technique to select 350 participants (owners/founders of family businesses) in Lagos State, Nigeria, from the population. The study was conducted in Lagos State due to the unorganized association of family-owned enterprises in Nigeria and the lack of access to information. Besides, Lagos is the commercial hub of Nigeria as 60% or 70% of businesses and industrial transactions are executed in Lagos (Lucky et al., 2011).

A total of 275 usable questionnaires were completed and returned, providing a final return rate of 79%. Purposive sampling is also known as judgemental, selective or subjective sampling. It is a type of non-probabilistic sampling that relies on the judgement of the researcher when it comes to selecting the units that are to be studied. The rationale for using this technique is that it is suitable for qualitative or mixed methods (both qualitative and quantitative) research design and it is also popular in qualitative research.

The study used primary data, which were collected through the administration of questionnaires to founders/owners of family-owned enterprises in Lagos State, Nigeria. The questionnaire consist of a combination of both close-ended and open-ended questions. A seven-point Likert scale, which ranges from strongly disagree and strongly agree, was used to rate the responses from respondents.

The data analysis technique employed in this study include descriptive and factor analysis. The study used descriptive analysis to summarize the profile of participants. Factor analysis was equally employed to reduce the data and choose those items that actually measure the constructs in the study.

It is also important to state that the Statistical Package for Social Sciences (SPSS) software was used in running the analysis.

4. Results and Discussions

4.1 Nature of the Business

Table 1: Nature of the Family Business

Nature of Business Activities	Frequency	Percentage
Commercial	3	15%
Manufacturing	4	20%
Construction	1	5%
Service	10	50%
Others	2	10%
Total	20	100%

Table 1 depicts that most of the family-owned enterprises in Lagos State are service-oriented followed by manufacturing firms. A possible explanation for this is that the cost of setting up manufacturing firms in Nigeria is very high, coupled with unfavourable business environment. Most raw materials requisite for production cannot be sourced locally, and the cost of importation is rising due to the falling value of the naira.

4.2 Geographical Origin of Managing Director

Table 2: Geographical Origin

Geographical Origin	Frequency	Percentage
South-West	**5**	**25%**
South-South	6	30%
South-East	6	30%
North-East	3	15%
North-Central	0	0
North-West	0	0
Total	20	100%

Table 2 indicates that most family-owned businesses in Nigeria are centred in Lagos state as virtually all the six (6) geo-political zones (except for North-Central and North-West regions) are represented. This however, validate the assertion by Lucky et al. (2011) that 60-70% of family-owned firms in Nigeria are centred in Lagos state.

4.3 Number of Employees

Table 3: Number of Employees

Number of Employees	Frequency	Percentage
None	0	0
1-9 (Micro)	2	10%
10-49 (Small)	7	35%
50-100 (Medium)	5	25%
101-249 (Large)	2	10%
250 or more (Large)	4	20%
Total	20	100%

Table 3 reveals that about 55% of the family-owned businesses are medium and large businesses which employ an average of 50 employees (medium) and 125 employees (large). These results suggest that, these family-owned firms absorb a reasonable proportion of persons thereby creating employment.

4.4 Succession Planning

Table 4: Rating of Succession Planning in Family Businesses

	1	2	3	4	5	6	7		
Succession Planning	**Strongly Disagree**	**Disagree**	**Slightly Disagree**	**Neutral**	**Slightly Agree**	**Agree**	**Strongly Agree**	**Mean**	**SD**
Formal, written succession plan exist in the company	**2 (10%)**	**6 (30%)**	**2 (10%)**	**6 (30%)**	**2 (10%)**	**0 (0%)**	**2 (10%)**	**3.40**	**1.73**
Inheritance issue and plans have been clearly addressed within the family	1 (5%)	6 (30%)	1 (5%)	6 (30%)	0 (0%)	2 (10%	4 (20%)	4.00	2.03
The company has formal criteria for choosing a successor	1 (5%)	6 (30%)	2 (10%)	5 (25%)	2 (10%)	3 (15%	1 (5%)	3.70	1.72
All the family members working in the company are aware of the succession plan.	3 (15%)	6 (30%)	2 (10%)	4 (20%)	0 (0%)	2 (10%	3 (15%)	3.50	2.09
It is important that a successor has worked	2 (10%)	3 (15%)	2 (10%)	0 (0%)	7 (35%)	4 (20%	2 (10%	4.45	3.88

outside the organization before joining the business									
Family members joining the business are given preferential positions.	3 (15%)	5 (25%)	3 (15%)	3 (15%)	3 (15%)	2 (5%)	1 (5%)	3.40	1.82
There is a clear commitment from the successors to the business.	0 (0%)	4 (20%)	1 (5%)	6 (30%)	0 (0%)	3 (15%	6 (30%)	4.75	1.94
There exists sibling rivalry within the family business.	5 (25%)	6 (30%)	3 (15%)	7 (35%)	3 (15%)	2 (10%	0 (0%)	2.85	1.75
There is currently a clear identified successor for the business.	1 (5%)	7 (35%)	0 (0%)	5 (25%)	1 (5%)	2 (10%	4 (20%)	4.00	2.08

Table 4 shows the results of respondents' views on the matter relating to succession planning. The results reveal that most of the family-owned businesses do not have formal written succession plans and do not have formal criteria for choosing successors. This outcome lends credence to the assertion by Onuoha (2013) that about 95% of family-owned enterprises in Nigeria do not have a succession plan. The result also dhows that even where succession plans exist, not all the members of the family are aware of such plans. The results further indicate that only a few of these firms address inheritance issues and plans within the family'

Majority of the respondents, however, subscribed to the fact that the potential successor need to work and acquire experience from other organizations before joining the family business. About 55% of the respondents indicate that other family members are not given preferential positions in the business. Furthermore, 70% of the respondents deny the existence of sibling rivalry in the family business. This implies that despite the lack of formal succession plan, family members are aware of the potential successor.

The reason for that is that most culture in Nigeria believes that the first son of the family is always the heir-apparent even though he is unsuitable for the position. Consequently, culture significantly influences successors in family businesses in Nigeria (Aderonke, 2014; Musa & Semasinghe, 2014; Ogundele et al., 2012).

5. Conclusion

This study has shown that family-owned businesses in Lagos state, the commercial hub of Nigeria, do not have a formal and well-written succession plan and procedures. The study, however, reveals that the lack of a succession plan is not the significant factor responsible for the problem of succession in family-owned firms in Nigeria. This is because, most Nigeria's culture and tradition believe that the first son of the founder is usually the heir to the family business. This justifies why there is less-existence of sibling rivalry in the family. Consequently, this study concludes that even though most family enterprises lack succession plan, there are other significant factors responsible for the problem of poor succession in family-owned businesses in Nigeria, as elucidated in this study.

6. Limitation of the Study

This study is limited by a sample collected from Lagos State. Although one can assume that the results reported would also be considered important in other parts of Nigeria. Hence, there is a need to conduct further studies in the future using a larger sample size. The findings also provide direction for further research. It is important that more empirical studies ve conducted as regards the issue of succession in family-owned firm in Nigeria in order to bring to bear other factors inhibiting succession in family-owned businesses.

References

Abouzaid, S. (2008). IFC family business governance handbook. Retrieved from http://www.ifc.ptg/wps/wcm/connect/159c9c0048582688.

Aderonke, J. (2014). Culture determinants and family business succession in Jos Metropolis, Plateau State, Nigerian Journal of Emerging Trends in Economics and Management Sciences, 5(5), 379 – 390.

Cabrera-Suarez, K. (2005). Leadership transfer and the successor's development in the family. Leadership Quarterly, 16(6), 71 – 96.

European Commission (November 2009). Overview of Family-Business-Relevant Issues. Research Networks. Policy Measures and Existing Studies. Final Report of the Export Group.

Lucky, I. O. E., Musa, M. S., & Isaiah, A. O. (2011). A conceptual framework of family business succession: bane of family business continuity. International Journal of Busness and Social Sciences, 2(17), 106-113.

Musa, B. M., & Semasinghe, D. M. (2014). Leadership Succession Problem: an Examination of Small Family Businesses. European Journal of Business and Management, 6(34), 301-206.

Obadan, J. A., & Ohiorenoya, J. O. (2013). Succession planning in small business enterprises in Edo State of Nigeria. European Scientific Journal, 9(31), 64-76.

Ogundele, O. J. K., Idris, A. A., & Ahmed-Ogundipe, K. A. (2012). Entrepreneurial succession problems in South-East, Nigeria. AFRREV IJAH. An International Journal of Arts and Humanities, 2(2), 207-227.

Onuoha, B. C. (2013). Poor Succession Planning by Entrepreneurs: The Bane of Generational Enterprises in South-East Nigeria. AFRREV IJAH. An International of Arts and Humanities, 2(2), 270-281.

Onuoha, B. C. (2013). Wealth Creation, Retirement and Succession Planning of Entrepreneurs in South-East, Nigeria. International Business and Management, 7*1), 99-105,

Suh, I., Park, Y. H., & Park, T. (2008). Factors Influencing Business Succession.

SMEDAN & National Bureau of Statistics (2012). Survey Report in Micro, Small and Medium Enterprises in Nigeria: 2010 National MSME Collaborative Survey, Abuja: SMEDAN and National Bureau of Statistics

IMPACT OF EMPLOYEE MOTIVATION ON THE PERFORMANCE OF MANUFACTURING FIRMS IN LAGOS STATE, NIGERIA

DR CHUKWUEMEKA G, EME, PhD

Lecturer, Department of Business Administration, Faculty of Management Sciences,

National Open University of Nigeria

Abstract:

The main objective of this study was to identify the motivators influencing the work of employees and to assess the impact of the level of employee motivation on the results obtained by manufacturing firms based in Lagos State, Nigeria. Employees of selected manufacturing firms in Lagos State were selected to carry out the research process. The research was conducted based on the descriptive survey method, while the research tool was survey questionnaires, constructed from closed-ended questions. Google surveys were conducted anonymously. The survey was made available through Google Forms. In addition, a pilot face-to-face interview was conducted among the selected survey participants, which allowed the pre-prepared survey to be detailed. The adoption of these research techniques allowed the collection of statistical (quantitative, economic data), and qualitative (perceptions, value judgements, evaluations, opinions, awareness of facts) materials. The research confirmed that, in addition to financial motivators, high levels of employee motivation are also influenced by job stability, independence, the opportunity to be creative and a friendly atmosphere in the workplace. The research also confirmed that highly motivated employees show higher work efficiency and care more about the quality of their products or services, which positively strengthens the organization's credibility and position as a stable employer. The study concludes there exists some relationship between the level of employee motivation and its impact on organizational performance.

Key Words: Management, human resource management, employee motivation, organizational performance, manufacturing firms, Lagos State, Nigeria

SMART ANALYTICS–ENHANCED EDUCATIONAL MANAGEMENT AND ITS IMPACT ON LEARNING OUTCOMES QUALITY IN SYRIAN UNIVERSITIES

Dr. Khalel -Al Hamo Al Hamdan (Lecturer at the University of Aleppo)
University of Aleppo, College of Economics, Aleppo, Syria
ORCID 0009-0008-7291-7551
Dr. Salwa Al-Muhammad Al-Hussein (lecturer at the University of Al Furat)
Al-Furat University, College of Education , Deir ez-Zor, Syria
ORCID:0009-0003-4566-1742

Abstract:

This study examines the impact of smart-analytics-enhanced educational management on improving the quality of learning outcomes in Syrian universities, with particular emphasis on the mediating role of artificial-intelligence-driven digital transformation. The significance of the study arises from the global shift toward the use of big data and smart analytics to support evidence-based decision-making, enhance administrative efficiency in higher education institutions, and improve learning quality in response to rapid technological advancement. A descriptive–analytical methodology was adopted to investigate the relationships among the study variables. The sample comprised 250 faculty members and administrators from public Syrian universities, selected using stratified random sampling to ensure representation across administrative levels, academic disciplines, and professional experience—factors that directly influence the adoption of smart management practices and advanced analytical systems in the university context.

A standardized questionnaire was developed to measure three core dimensions:

(1) Smart Educational Management, including data-driven decision-making, predictive systems, digital competencies, and information governance;

(2) Smart Analytics, encompassing data collection and processing, predictive modeling, AI-based educational tools, and digital dashboards; and

(3) Quality of Learning Outcomes, covering instructional effectiveness, student competencies, technological readiness, and academic excellence.

The results indicate a statistically significant positive relationship between smart educational management and the quality of learning outcomes. Smart analytics were found to enhance the educational process by improving the effectiveness of pedagogical decision-making and fostering innovation in teaching practices. Moreover, AI-supported digital transformation played a significant mediating role by converting educational data into actionable insights that support academic and administrative development. Statistically significant differences were also observed according to experience level and

university type, with private universities demonstrating a higher level of smart system adoption than public universities.

The study recommends the development of a national framework to institutionalize smart educational management in Syrian universities through the integration of advanced analytics, reinforcement of digital infrastructure, and targeted training of academic leaders in data-driven practices, thereby enhancing learning outcomes and achieving institutional excellence in the era of artificial intelligence.

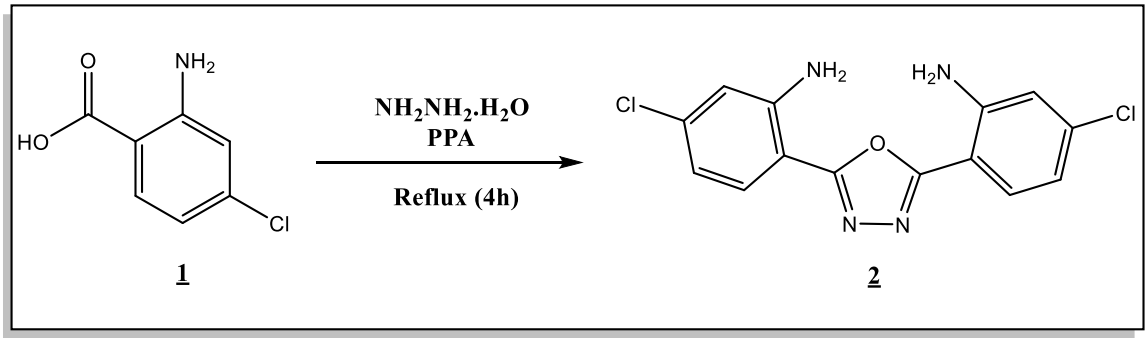
Keywords: Smart Educational Management; Smart Analytics, Learning Outcomes Quality, Digital Transformation, Artificial Intelligence, Syrian U

SYNTHESIS AND THEORETICAL DESIGN OF 6,6′-(1,3,4-OXADIAZOLE-2,5-DIYL)BIS(3-CHLOROANILINE)

Assiya Atif
Bioorganic Chemistry Team, Laboratory of Bioorganic Chemistry, Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, 24000 El Jadida, Morocco.
Soukaina Ameur
Bioorganic Chemistry Team, Laboratory of Bioorganic Chemistry, Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, 24000 El Jadida, Morocco.
Molecular Modeling and Spectroscopy Research Team, Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, 24000 El Jadida, Morocco.
Houssine Ait Sir
Bioorganic Chemistry Team, Laboratory of Bioorganic Chemistry, Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, 24000 El Jadida, Morocco.
Molecular Modeling and Spectroscopy Research Team, Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, 24000 El Jadida, Morocco.

Abstract

This study presents the synthesis and characterization of 6,6'-(1,3,4-oxadiazole-2,5-diyl)bis(3-chloroaniline) , using ^{1}H NMR, ^{13}C NMR, mass spectrometry and FTIR-ATR infrared spectroscopy. Density Functional Theory (DFT) calculations at the B3LYP/6-311G (d,p) level, performed with Gaussian 09 and GaussView 6, were employed to optimize the molecular geometry and evaluate electronic properties. Frontier molecular orbital, molecular electrostatic potential, Parr function, and electron localization function analyses revealed an ambiphilic character, with electrophilic sites localized on the oxadiazole core and nucleophilic regions on the chloroaniline moieties. Molecular docking using AutoDock Vina demonstrated high binding affinities toward Topoisomerase IV, Tubulin, and CDK2, surpassing standard ligands and indicating potential antibacterial and anticancer activities. ADME/Toxicity predictions using pkCSM suggested good pharmacokinetic behavior and low toxicity. Monte Carlo and molecular dynamics simulations confirmed strong and stable adsorption of OBA on the Fe (110) surface, supporting its efficiency as a corrosion inhibitor.



1 2

TAILORING THE STRUCTURAL, PHYSICOCHEMICAL, OPTICAL, THERMAL, AND PHOTOLUMINESCENT PROPERTIES OF EUROPIUM DOPED STRONTIUM PHOSPHATE GLASSES SYNTHESIZED VIA MELT-QUENCHING FOR PHOTONIC AND PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS

Prof. Dr. El Mahdi Bouabdalli [1, 2, *], Mohamed El Jouad [2], Samira Touhtouh [2], Ilyass El kadmiri [1,3], Nathalie Gaumer [4], Mostapha Siniti [5] and Abdelowahed Hajjaji [2]

[1]Laboratory of Computer Science and Interdisciplinary Physics (LIPI), Higher Normal School of Fes (ENS-Fes), Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco.

[2]Laboratory of Engineering Sciences for Energy (LabSIPE), National School of Applied Sciences, Chouaib Doukkali University, El Jadida 24000, Morocco.

[3]Laboratory of Materials, Waves, Energy and Environment, Team of Acoustic, Photonic and Materials, Faculty of Sciences, University Mohamed First Oujda, Oujda, Morocco.

[4]Laboratoire de Photonique d'Angers (LPhiA – EA 4464), Université d'Angers, 2 Bd Lavoisier, F-49045 Angers Cedex 01, France.

[5]CUR''EnR&SIE'', Faculty of Sciences El Jadida – Chouaib Doukkali University, El Jadida 24000, Morocco.

Abstract

Europium-doped strontium phosphate glasses (PSrEux) were synthesized using the conventional melt-quenching technique with Eu_2O_3 concentrations of 0.0, 0.5, 1.0, and 1.5 mol. at. % to investigate the impact of Eu^{3+} incorporation on their structural, thermophysical, and photoluminescent properties. X-ray diffraction (XRD) confirmed that all compositions were fully amorphous. Fourier-transform infrared (FTIR) spectroscopy revealed the characteristic vibrational modes of the phosphate network, including symmetric and asymmetric P–O–P stretching, symmetric stretching of $(PO_3)^{2-}$, and P=O bending vibrations. Physical measurements indicated a slight increase in density (from 2.059 to 2.082 g/cm^3) alongside a decrease in molar volume (from 62.441 to 62.083 cm^3/mol), suggesting progressive structural densification with increasing Eu_2O_3 content. Differential thermal analysis (DTA) demonstrated comparable thermal stability across the series, confirming that these materials are suitable for high-temperature and optoelectronic applications. Photoluminescence (PL) spectra displayed the characteristic emission lines of Eu^{3+}, prominently featuring the intense red $^5D_0 \rightarrow {}^7F_2$ transition. Judd–Ofelt (J–O) analysis provided key intensity parameters (Ω_λ) and asymmetry ratios (R). The observed increases in Ω_2 and R-values indicated enhanced local structural asymmetry and stronger Eu^{3+}–O^{2-} covalent interactions. Radiative properties, including transition probabilities (A), stimulated emission cross-sections (σ_e),

branching ratios (β), and radiative lifetimes, were derived using the J–O formalism. All samples exhibited single-exponential decay curves of the $^5D_0$ level, confirming homogeneous emission behavior. The CIE 1931 chromaticity coordinates (x ≈ 0.660, y ≈ 0.340) closely align with the standard red-emission target (0.67, 0.33). Overall, these findings demonstrate that Eu^{3+}-doped strontium phosphate glasses possess strong and stable red photoluminescence, combined with robust structural and thermal performance, making them promising candidates for next-generation photonic devices such as solid-state lasers, optical amplifiers, and advanced display technologies.

Keywords: Strontium phosphate glasses; Europium oxide; Melt-quenching technique; Structural characterization; FTIR spectroscopy; Photoluminescence properties; Thermophysical properties; Judd–Ofelt analysis; Radiative properties; CIE chromaticity; Red-emitting materials.

SYZYGIUM AROMATICUM (L.) : A SPICE OF PHARMACOLOGICAL INTEREST FOR THE CENTRAL PLATEAU OF MOROCCO – SYNTHESIS OF BIOLOGICAL ACTIVITIES AND PROSPECTS FOR VALORIZATION

Jaayefar Fatima-ezzahra

et Dahmani Jamila

Laboratoire des Productions végétales, animales et agro-industrie

Abstract

Syzygium aromaticum (L.), commonly known as clove, is a major spice native to the Indonesian archipelago and widely cultivated in tropical regions, particularly in India (Kerala, Karnataka, Tamil Nadu). Furthermore, while clove was not historically grown in Morocco, it has become well established through importation and is considered a valuable medicinal agent within the culture of many Moroccans; this has allowed it to have significant utilization within both the medical and culinary fields due to its known therapeutic benefits, specifically within the central regions of Morocco (known as "the Middle Atlas"). As with other plant based medicines, the dried flower buds are the most commonly utilized portion and contain a large concentration of the essential oil component of clove. In addition to identifying the chemical profile of the essential oil of clove, it has also been determined by the use of a GC-MS method to have an extremely large eugenol content (upwards of 87%) which is the major phenolic constituent that gives clove its various known biological effects.

β-caryophyllene, eugenol acetate, and α-humulene are also significant components of clove oil. A variety of pharmacological studies, both in vitro and in vivo, have identified several biological characteristics of clove oil and its derived products, including an extensive range of antibacterial effects on Gram-positive and Gram-negative organisms (Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Listeria monocytogenes) as well as antifungal activity against both Candida spp. and Aspergillus spp. Due to the presence of phenolic compounds, clove oil has greater antioxidant activity than that of synthetic antioxidants such as BHT. Clove oil has also been shown to have several other biological activities, including anti-inflammatory (against MCF-7 breast cancer cells), anticancer, anesthetic, nematicidal, acaricidal, and insecticidal. Additionally, clove oil has been used historically in traditional medicine for its carminative, antispasmodic and antiseptic properties; therefore, it is a well-recognized and promising natural source for the development of future therapeutic agents as a natural additive in the pharmaceutical, cosmetic and agri-food industries in Morocco. In the case of Morocco, particularly within the central plateau region, a standardized form of clove extract can aid in increasing the diversity of natural therapeutic sources and help support the integration of holistic health approaches. The purpose of this review is to compile and synthesize the scientific research on the phytochemical and pharmacological characteristics of the species

Syzygium aromaticum as well as to examine the potential applications and integrative potential of this plant in today's healthcare systems within Morocco.

Keywords: *Syzygium aromaticum*, clove, essential oil, eugenol, pharmacological activities, antimicrobial, antioxidant, anti-inflammatory, Moroccan central plateau, traditional medicine, valorization.

QUANTUM EFFICIENCY IN GAN/INGAN SOLAR CELLS UNDER EXTERNAL PERTURBATION

Rajab Yahyazadeh,

Zahra Hashempour

Department of Physics, Khoy.C., Islamic Azad University, Khoy, Iran

ABSTARCT

This study used a numerical model to investigate the Internal quantum efficiency in InGaN/GaN multiple-quantum-well solar cells (MQWSC) under perturbation such as temperature, pressure or electric field. Finite difference techniques were employed to acquire band energy and their corresponding eigenfunctions of InGaN/GaN MQWSCs, and the hole eigenstates were calculated via a k.p method (Fig.1). Our calculations demonstrated that a temperature change could decrease the electron and hole capture coefficients. Based on these results, radiative [1] and non-radiative recombination (i.e., Auger [2] and Shockley-Read-Hall [3]) and carrier leakage current decrease with increasing pressure and increase with increasing temperature. Increasing pressure by 10 GPa increases the quantum efficiency. Comparing this model with other models and experimental data demonstrates the good validity of this model, particularly in light of the multiphonon model. Overall, solar cells showed better performance compared to when the Shockley-Read-Hall current is lower, suggesting that temperature and hydrostatic pressure have both negative and positive impacts on the performance of these solar cells.

Keywords: efficiency, solar cells, perturbation, multi-quantum well.

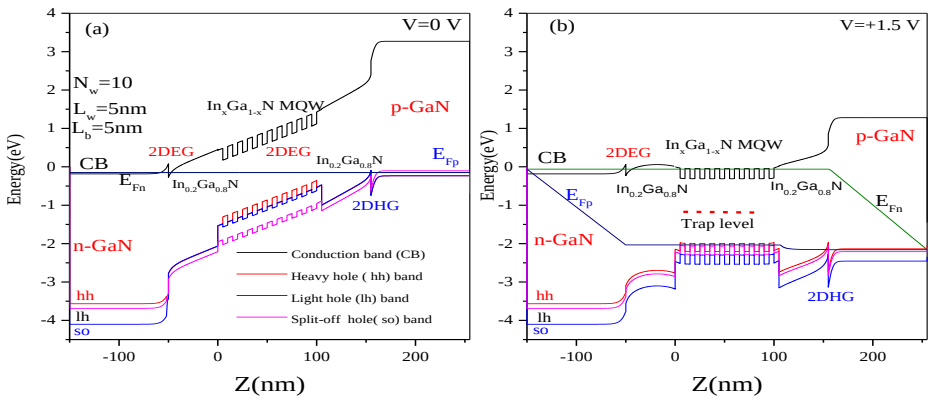


Fig. 1 The conduction (C.B.) and valence (V.B.) band energy of InGaN/GaN BVLDs as a function of the distance for **(a)** V=0V and **(b)** V=1.5V

References

[1] R. Yahyazadeh, “Efect of hydrostatic pressure on the radiative current density of InGaN/GaN multiple quantum well light emitting diodes.” Optical and Quantum Electronics, 53 (2021) 571. DOI:10.1007/s11082-021-03236-9

[2] R. Yahyazadeh, Z. Hashempour, “Numerical investigation of Auger current density in a InGaN/GaN multiple quantum well solar cell under hydrostatic pressure.” Indian Journal of Physics, 98 (2024) 1217. DOI:10.1007/s12648-023-02897-4
[3] Yahyazadeh, R., Hashempour, Z. Shockley-Read-Hall current density in InGaN/GaN multiple-quantum-well light-emitting diodes under hydrostatic pressure. Opt Quant Electron 57, 588 (2025). https://doi.org/10.1007/s11082-025-08503-7

THE ROLE OF PHYSICS IN A CIVIL ENGINEERING UNIVERSITY IN PREPARING STUDENTS TO SOLVE ENVIRONMENTAL PROBLEMS

Usarov U.T.
Professor, Samarkand State University of Architecture and civil Engineering, Samarkand
Nodirov G.Yu.
Associate Professor, Samarkand State University of Architecture and civil Engineering, Samarkand, Uzbekistan.
Nishonov U.
Teacher, Samarkand State University of Architecture and civil Engineering, Samarkand, Uzbekistan.

Abstract

This article examines the role of a physics course at a construction university as an important element in developing students' competencies necessary for solving modern environmental problems. It is shown that the fundamental physical laws and methods studied within the discipline of Physics underlie energy-efficient, resource-saving and environmentally friendly construction technologies. Particular attention is paid to practice-oriented tasks and laboratory work with an environmental focus, related to the thermal physics of buildings, acoustic pollution, and the rational use of energy and natural resources.The importance of physics in the development of systems engineering thinking, which allows for the analysis of the interaction of construction objects with the environment and prediction, is noted.Particular attention is paid to practice-oriented tasks and laboratory work with an environmental focus, related to the thermal physics of buildings, acoustic pollution, and the rational use of energy and natural resources.

Keywords

Physics, civil engineering university, environmental issues, sustainable development, energy efficiency, engineering education.

Discussion. In the face of growing environmental challenges in modern society, training civil engineers who are able to consider the environmental impact of their professional activities is particularly important. Physics is one of the key courses that fosters such systems thinking. Despite its fundamental nature, physics in a construction university serves as an important basis for understanding and solving environmental problems in the construction industry.

Physics as a basis for ecological thinking of an engineer

The physics course develops students' understanding of the fundamental laws of nature that underlie all technical and technological processes. Understanding the laws of conservation of energy, heat

transfer, fluid and gas mechanics, and electromagnetic phenomena enables future engineers take a conscious approach to issues of rational use of resources and reducing the negative impact on the environment.

For example, the study of thermodynamics is directly related to energy conservation in buildings. Analyzing heat loss, the thermal conductivity of building materials, and the principles of thermal insulation allows students to evaluate the energy efficiency of buildings and propose solutions aimed at reducing greenhouse gas emissions.

Practice-oriented tasks with an environmental focus

In practical classes and when solving physics problems, teachers can use examples related to real-world environmental issues in the construction industry. Calculating noise and vibration levels from construction equipment helps understand ways to reduce acoustic pollution in urban environments. Hydrodynamics problems can be related to wastewater treatment, the movement of pollutants in water bodies, and rational water use.

Laboratory work also plays an important role. Research into the properties of modern building materials, their thermal and acoustic characteristics, develops students' skills in experimental analysis and environmental safety assessment of the technologies used.

Formation of a systematic and responsible approach

Physics classes help students develop engineering thinking based on cause-and-effect relationships. This allows them to view a construction project not in isolation, but as part of a complex "building-people-environment" system. This approach is especially important when designing sustainable and environmentally friendly structures.

Furthermore, physics teaches how to work with models and assumptions, analyze calculation results, and evaluate their practical significance. These skills are essential for predicting the environmental impacts of construction decisions and selecting optimal options from a sustainable development perspective.

Conclusion

Thus, a physics course at a construction university is not only a fundamental discipline but also an important tool for the environmental education of future engineers. Through the study of physical laws, solving practice-oriented problems, and completing laboratory work, students develop an understanding of environmental problems and ways to solve them. This contributes to the training of specialists capable of creating modern, energy-efficient and environmentally friendly construction projects. Based on the above, it is necessary to pay special attention to conducting practical and

laboratory work in physics for students at a high methodological level, using new modern pedagogical technologies.

Literature

1. Trofimova T. I. Physics course: a textbook for universities. — 15th ed., reprinted — Moscow: Academy, 2020. — 560 p.
2. Kudryavtsev V. N. Ecology and Sustainable Development in Construction: a textbook for universities. — Moscow: ASV Publishing House, 2021. — 368 p.
3. Glazovsky N. F. Engineering Ecology: a textbook. — Moscow: Graduate School 2020. — 287 p.
4. Hafez F. S. Energy Efficiency in Sustainable Buildings: A Systematic Review. Energy and Buildings. 2023.
5. Olu-Ajayi R. et al. Comprehensive Analysis of Influencing Factors on Building Energy Performance. Sustainability. 2024.
6. Artificial Intelligence (AI) sources
7. Usarov U.T. British Journal of Global Ecology and Sustainable Development Volume-17, June, 2023, p. 51-55. ISSN (E): 2754-9291, JIF 2022: 8.355
8. Usarov U.T., Kadirova Sh.B. “Problems of architecture and construction” scientific and technical journal, special issue, 2025

BREAST CANCER DETECTION IN DIGITAL MAMMOGRAPHY USING A CROSS-VIEW VISION TRANSFORMER WITH HIERARCHICAL ATTENTION

Al Mahmud Suruj (ORCID: 0009-0003-8126-7590)
Department of Computer Science and Technology, Harbin Institute of Technology,
Shenzhen, Guangdong, China-518055
Qiu Xiaoping
School of Computing and Artificial Intelligence, Southwest Jiaotong University,
Chengdu, Sichuan, China-611756
Shimul Mahmud Khatami
IoT and Robotics Engineering Department, University of Frontier Technology,
Gazipur, Dhaka, Bangladesh-1750

ABSTRACT

Mammography is the main screening method for breast cancer, which continues to be the most common cancer diagnosed worldwide. The incapacity to efficiently utilize complementary information from conventional dual-view acquisitions (craniocaudal and mediolateral oblique), the challenge of capturing both fine-grained local lesion features and global breast tissue context, and the lack of clinical interpretability in model decisions are the main drawbacks of current deep learning approaches for mammographic analysis. For dual-view mammography analysis, this study suggests a novel Cross-View Vision Transformer (CV-ViT) architecture with hierarchical attention mechanisms. CV-ViT uses a learnable cross-view attention module that explicitly models inter-view correspondences and complementary features, in contrast to other methods that process views independently or rely on basic concatenation. Patch-level self-attention for local detail preservation and cross-view attention for bilateral feature integration are combined in the hierarchical attention design. Image-level global attention is then used for diagnostic decision-making. Our baseline Vision Transformer implementation outperforms ResNet-50 (88.7%) and DenseNet-121 (89.4%) in mass detection with an accuracy of 91.2%, according to preliminary tests on the CBIS-DDSM dataset. Additionally, our suggested cross-view attention mechanism improves AUC-ROC by 4.3% when compared to independent view processing. By (1) developing a novel cross-view attention mechanism with theoretical justification, (2) conducting a thorough evaluation on three major datasets with clinical validation, and (3) creating an explainable interface appropriate for integrating radiologist workflow, this research will significantly advance the state-of-the-art in mammographic AI.

Keywords: Breast Cancer Detection, Vision Transformer, Cross-View Attention, Digital Mammography, Explainable AI, Medical Image Analysis.

STRUCTURE ACTIVITY RELATIONSHIP ANALYSIS OF BETULINIC ACID AND AVENASTEROL AS BIOACTIVE NATURAL PRODUCTS

H. A. Kwazo
Department of Chemistry, Shehu Shagari College of Education Sokoto, Nigeria
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3914-5042.
U. Z. Faruq
Department of Energy and Applied Chemistry, Usmanu Danfodiyo University, Sokoto, Nigeria
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-3757-2200.
L. G.Hassan
Department of Chemistry, Shehu Shagari College of Education Sokoto, Nigeria
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3914-5042.
M. E. Sadiq
Department of Biochemistry and Molecular Biology, Usmanu Danfodiyo University, Sokoto, Nigeria
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-5193-4338.
M.Salihu
Department of Pharmaceutical and Medicinal Chemistry, Usmanu Danfodiyo University, Sokoto, Nigeria
ORCID: https://orcid.org/0009-0008-6422-3074.

Abstract

Betulinic acid and avenasterol are distinct triterpenoid natural compounds that possess extensive pharmacological potential, including anticancer, anti-inflammatory, antiviral, and antibacterial effects. However, a comprehensive understanding of how structural features influence bioactivity remains limited. This review investigates the Structure Activity Relationships (SAR) of betulinic acid and avenasterol, highlighting the critical functional groups that play a role in their therapeutic effects. The modifications to the C-3 hydroxyl group, C-28 carboxyl moiety, and the derivatization of the ring system of betulinic acid are analyzed in relation to their effects on cytotoxicity, bioavailability, and specificity towards molecular targets. Similarly, the structure-activity relationship (SAR) of avenasterol is examined, with a focus on alterations in its sterol backbone and side-chain substitutions, as well as their impact on anti-inflammatory and metabolic activities. Furthermore, comparative analyses of the two compounds are presented to illustrate how slight structural differences can affect biological responses. Understanding these SAR patterns lays the groundwork for rational semi-synthetic optimization, improved drug-likeness, and the targeted development of novel therapeutic agents derived from natural product scaffolds.

Keywords: Betulinic acid, Avenasterol, Structure Activity Relationships, pharmacological potential.

A DOUBLE-BLIND RANDOMIZED COMPARATIVE INTERVENTIONAL STUDY ON THE IMPACT OF REGIONAL ANALGESIA ON ACUTE POSTOPERATIVE PAIN AND CHRONIC POSTSURGICAL PAIN IN BREAST CANCER SURGERY

Khadija El Himer
Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco

Abstract

Chronic post-mastectomy pain (CPMP) is a frequent and debilitating complication of breast cancer surgery, affecting up to half of patients and significantly altering quality of life. Regional anesthesia techniques, including the serratus anterior plane block (SAPB), have been proposed as promising strategies to reduce both acute postoperative pain and subsequent chronic postsurgical pain. This study aimed to assess the impact of ultrasound-guided deep SAPB performed with 30 mL of 1% lidocaine on acute pain control and the incidence of chronic pain three months after radical mastectomy with axillary dissection, compared with standard intravenous multimodal analgesia.

In this double-blind randomized controlled trial, participants were allocated to either a control group receiving conventional intravenous multimodal analgesia or to an SAPB group. Acute postoperative pain was evaluated using the Visual Analogue Scale (VAS) at H1, H6, H24 and H48, while chronic pain at three months was assessed using the Brief Pain Inventory (BPI) and the DN4 questionnaire.

No statistically significant differences were observed in acute postoperative VAS scores or morphine consumption within the first 24 hours ($p > 0.05$). At three months, persistent pain was reported in 30.23% of patients in the SAPB group versus 52.38% in the control group ($p = 0.063$), indicating a non-significant but clinically meaningful trend toward reduced CPMP. BPI scores for pain intensity and functional impairment were similar between groups.

Conclusion: Although SAPB with 1% lidocaine did not significantly reduce acute or chronic postoperative pain, the observed trend suggests potential benefits for chronic pain prevention and supports further investigation.

Keywords

Breast cancer; mastectomy; chronic postsurgical pain; serratus plane block; regional anesthesia.

ADAPTIVE CLINICAL TRIAL DESIGNS: IMPROVING EFFICIENCY AND PATIENT OUTCOMES

Dr. Saloni Sharma

PhD holder, Dept. of Nutrition and Dietetics, Manav Rachna International Institute of Research Studies, (Deemed to be University), Faridabad, India

Suhani Sharma

MSc. Clinical Research Student, Jamia Hamdard University (Deemed to be University), New Delhi, India

Abstract

Adaptive clinical trial designs represent a modern and flexible approach to clinical research, enabling prospectively planned modifications to trial procedures based on interim data analyses without compromising scientific validity or trial integrity. Unlike traditional fixed designs, adaptive trials allow adjustments such as sample size re-estimation, treatment arm modification, dose optimization, or early stopping for efficacy or futility. These features enhance operational efficiency, reduce development timelines, and optimize resource utilization while maintaining regulatory compliance. Importantly, adaptive designs improve patient outcomes by increasing the probability of participants receiving more effective interventions, minimizing exposure to ineffective or unsafe treatments, and accelerating access to beneficial therapies. Advances in statistical methodologies, real-time data monitoring, and regulatory guidance have facilitated wider adoption of adaptive trials across therapeutic areas, including oncology, infectious diseases, and rare disorders. Despite their advantages, challenges related to complex planning, statistical rigor, operational execution, and regulatory acceptance remain. This abstract highlight the key principles, types, benefits, and limitations of adaptive clinical trial designs, emphasizing their role in improving trial efficiency and patient-centered outcomes in contemporary clinical research.

Keywords

Adaptive clinical trials; Interim analysis; Trial efficiency; Patient outcomes; Clinical trial design; Regulatory science; Personalized medicine

WATER AND HYDRAULIC STRUCTURES ENGINEERING IN GEORGIA: MANAGING RESOURCES FOR THE FUTURE

Ketevan Gordeziani

First Author's Affiliation and Short Address: Associate Professor at Georgian Technical University, Georgia, Tbilisi;

Lasha Kavelashvili

Second Author's Affiliation and Short Address: PhD student at Georgian Technical University, Georgia, Tbilisi; Shota Rustaveli National Science Foundation of Georgia PHDF-24-532

Abstract

Water resource management is a critical aspect of sustainable development, particularly in Georgia, where diverse topography and climatic variability present both opportunities and challenges. This paper explores the engineering, management, and modernization of hydraulic structures in Georgia, focusing on their role in irrigation, flood control, hydropower generation, and water supply systems. Given the increasing pressures of climate change, population growth, and economic expansion, the need for resilient and efficient water infrastructure has never been greater.

This study examines the historical evolution of hydraulic structures in Georgia, the current state of water management policies, and the impact of technological advancements in the sector. It also evaluates the challenges faced, such as aging infrastructure, seasonal water shortages, and environmental concerns. Emphasis is placed on integrated water resource management (IWRM) strategies, innovative engineering solutions, and policy frameworks that can enhance water security and sustainability in the future.

By analyzing case studies and recent developments, this paper provides insights into optimizing water resource utilization through improved hydraulic infrastructure design and governance. The findings aim to guide policymakers, engineers, and stakeholders in developing adaptive strategies to ensure efficient water management, disaster resilience, and economic growth in Georgia.

Keywords: Georgia, water, resources, hydraulic.

INTRODUCTION

Georgia, a country endowed with an extensive network of rivers and a mountainous landscape, has a substantial potential for hydroelectric power generation. Hydropower plays a vital role in the nation's energy mix, accounting for a significant share of electricity production. Given the rising global demand for renewable energy and the need for energy security, harnessing Georgia's hydroelectric potential is critical for sustainable development. This article explores the current state of hydroelectric power in Georgia, the challenges it faces, and the opportunities for future expansion.

CURRENT HYDROELECTRIC INFRASTRUCTURE

One of the most significant aspects of hydraulic engineering in Georgia is its focus on hydroelectric power generation. The country boasts a remarkable network of rivers, fed by the towering Caucasus Mountains. These rivers, with their steep gradients and high flows, provide an excellent opportunity for harnessing hydroelectric energy.

The Enguri Dam, one of the tallest arch dams in the world, stands as a testament to Georgia's hydroelectric potential. Completed in 1988, the dam on the Enguri River generates a significant portion of the country's electricity. With its 271-meter-high arch, it not only produces power but also serves as a water reservoir, stabilizing river flows during periods of high rainfall or snowmelt. The Vardnili Hydro Power Station and other smaller hydropower plants further contribute to the national grid, utilizing Georgia's extensive river systems. Hydraulic engineers are continually tasked with maintaining these structures, ensuring their safety, efficiency, and capacity to meet the country's energy demands. As Georgia looks to increase its renewable energy capacity, hydropower remains a cornerstone of its strategy for energy independence.

Georgia has a well-developed hydroelectric sector, with numerous operational hydropower plants (HPPs) of various capacities. The country's energy system includes large-scale hydropower stations, such as the Enguri and Vardnili HPPs, which together supply a major portion of the nation's electricity. Additionally, small and medium-sized hydropower plants contribute to decentralized energy production, reducing reliance on fossil fuels and enhancing rural electrification.

The country's hydropower plants operate under a mix of state-owned and private entities, with foreign investments playing a key role in modernizing infrastructure and increasing generation capacity. The government has also promoted the development of small hydropower plants (SHPPs) to tap into the potential of smaller rivers, fostering economic growth in remote areas.

CHALLENGES IN HYDROELECTRIC DEVELOPMENT

Despite its advantages, Georgia's hydroelectric sector faces several challenges that must be addressed to ensure sustainable growth:

1. Environmental Concerns – The construction of large dams can disrupt ecosystems, impact biodiversity, and lead to deforestation. Opposition from environmental groups has slowed the development of some projects.
2. Climate Variability – Changing precipitation patterns and seasonal fluctuations affect river flow, influencing hydropower generation capacity.
3. Aging Infrastructure – Many existing hydropower plants require modernization to improve efficiency and safety, as some have been in operation for decades.

4. Public Opposition and Social Impacts – Local communities have raised concerns regarding land displacement, water resource management, and fair distribution of economic benefits.

Regulatory and Investment Barriers – Complex regulations, permitting processes, and financing challenges can slow down hydropower development.

To fully harness Georgia's hydroelectric potential, a strategic approach is required, involving technological advancements, sustainable policies, and investment in infrastructure. Several key opportunities exist:

1. Modernization of Existing Plants – Upgrading older facilities with advanced turbine technology and smart grid integration can enhance efficiency and reduce environmental impact.
2. Development of Pumped-Storage Hydropower – Pumped-storage projects can provide energy storage solutions, balancing supply and demand, and supporting grid stability.
3. Diversification with Small and Medium HPPs – Encouraging decentralized hydro projects can improve energy accessibility and minimize environmental disruption.
4. Regional Energy Integration – Georgia can strengthen its position as an energy exporter by connecting with neighboring countries and leveraging its hydropower surplus.

Public-Private Partnerships (PPPs) – Collaboration between the government and private investors can drive the development of sustainable hydropower projects while ensuring environmental and social responsibility.

FLOOD CONTROL AND RIVER MANAGEMENT

Flood control and river management in Georgia are crucial due to the country's diverse geography and seasonal flooding risks. Here's a more detailed breakdown of key aspects of flood control and river management in Georgia:

Causes of Flooding in Georgia

Flooding in Georgia is influenced by several natural and human-related factors:

- Seasonal Weather Patterns: Spring floods occur due to heavy rainfall combined with snowmelt from mountainous regions.
- Topography: Georgia's landscape includes steep valleys and plains, where rivers can quickly overflow during heavy rain.
- Deforestation and Land Use Changes: Urbanization and deforestation can reduce natural water absorption, leading to increased surface runoff and higher flood risks.

Major Rivers and Flood-Prone Areas

- Mtkvari (Kura) River: The longest river in Georgia, flowing through Tbilisi, frequently experiences seasonal floods.

- Rioni River: One of the largest rivers in western Georgia, affecting cities like Kutaisi.
- Alazani River: Flows through the wine-producing regions and can cause localized flooding in agricultural areas.

Flood Control Infrastructure

Georgia has developed various hydraulic engineering solutions to mitigate flood risks:

- Dams and Reservoirs: These structures store excess water and regulate river flow.
    - Tbilisi Dam: Controls water levels and provides irrigation and recreational benefits.
    - Enguri Dam: One of the largest hydroelectric dams, indirectly contributing to flood control by regulating water release.
- Levees and Floodwalls: These barriers help protect cities and agricultural lands from rising water levels.
- Floodgates and Spillways: Used to control water flow during extreme rainfall.
- River Channel Modifications: Some rivers have been widened or deepened to accommodate excess water during floods.

Monitoring and Early Warning Systems

To enhance flood preparedness, Georgia relies on:

- Hydrological Monitoring: Engineers and meteorologists track river levels and precipitation.
- Weather Forecasting and Alerts: Government agencies provide flood warnings to communities.
- Disaster Preparedness Programs: Local authorities implement evacuation plans and flood response strategies.

Challenges and Future Strategies

- Climate Change Impact: Rising temperatures and changing precipitation patterns could increase the frequency and intensity of floods.
- Aging Infrastructure: Some flood control systems require upgrades and maintenance.
- Sustainable River Management: Balancing flood protection with environmental conservation is crucial. Efforts include restoring wetlands and improving watershed management.

Overall, Georgia continues to invest in modernizing its flood control infrastructure, integrating technology and engineering solutions to protect people, property, and agriculture from devastating floods.

SUPPORTING AGRICULTURE WITH IRRIGATION SYSTEMS

Agriculture is a major pillar of Georgia's economy, contributing significantly to employment, food security, and exports. The country's diverse geography includes fertile regions such as the Lowland of Colchis and Kvemo Kartli, where farming depends heavily on irrigation to sustain crop production. Given

the seasonal variability in rainfall and the risk of droughts, a well-developed irrigation infrastructure is essential for ensuring stable agricultural output.

Irrigation Infrastructure in Georgia

Georgia's agricultural success is closely linked to its extensive hydraulic infrastructure, which ensures the efficient distribution of water from rivers, reservoirs, and other sources to farmland. Various irrigation methods have been developed and improved over the years to support different types of crops and terrain.

Key Components of Georgia's Irrigation Systems

- **Irrigation Canals:** These man-made waterways transport water across long distances from reservoirs and rivers to farmlands, allowing for controlled irrigation even in regions with limited natural water supply.
- **Pumping Stations:** Used to elevate water to higher elevations or regions where gravity-based irrigation is not feasible, these stations ensure that water reaches all necessary agricultural zones.
- **Reservoirs and Dams:** These structures store water during wet seasons, ensuring a reliable supply during dry periods, and help regulate water flow to prevent flooding or shortages.

One of Georgia's most significant irrigation projects is the **Zemo-Kartli Irrigation Scheme**, which sources water from the Kura River. This system is essential for supporting agricultural activities in Georgia's southern plains, where water demand is particularly high due to the arid climate. By managing the seasonal availability of water, this irrigation scheme plays a crucial role in stabilizing crop production and improving food security.

Modernization of Irrigation Techniques

In recent years, advancements in irrigation technology have been integrated into Georgia's agricultural systems to improve water-use efficiency and reduce waste. These modern techniques include:

- **Drip Irrigation:** This method delivers water directly to plant roots through a network of pipes and emitters, significantly reducing evaporation and runoff. It is particularly beneficial for fruit orchards, vineyards, and vegetable farming.
- **Automated Irrigation Systems:** These systems utilize sensors and digital controls to optimize water distribution based on soil moisture levels and weather conditions. Automation helps reduce manual labor while ensuring precise and timely irrigation.
- **Sprinkler Systems:** Used in various types of farms, sprinklers distribute water evenly over large areas, making them effective for cereal crops and pastures.
- **Water Recycling and Conservation Practices:** Some farms have implemented systems to capture and reuse irrigation runoff, minimizing water waste and enhancing sustainability.

Impact on Agricultural Productivity

The adoption of efficient irrigation techniques has led to increased agricultural productivity and resilience against climate variability. Farmers have reported higher yields, improved crop quality, and reduced production costs due to better water management. Additionally, these modernized systems support sustainable farming by conserving water resources and reducing the environmental impact of excessive water use.

Future Prospects and Challenges

While Georgia's irrigation infrastructure is well-established, there are ongoing challenges and opportunities for further improvement:

- **Infrastructure Maintenance:** Many older irrigation canals and reservoirs require upgrades and regular maintenance to prevent leaks and inefficiencies.
- **Climate Change Adaptation:** With changing weather patterns, Georgia must invest in climate-resilient irrigation systems to ensure water availability for agriculture in the future.
- **Financial and Technical Support for Farmers:** Expanding access to funding and training programs for farmers will help accelerate the adoption of modern irrigation technologies.

By continuing to invest in and modernize irrigation infrastructure, Georgia can strengthen its agricultural sector, enhance food security, and promote sustainable farming practices that will benefit future generations.

Urban Water Supply and Distribution in Georgia

As urban centers such as Tbilisi, Batumi, and Kutaisi continue to experience rapid population growth and economic expansion, ensuring a reliable and sustainable water supply system has become increasingly critical. Urban water supply infrastructure in Georgia comprises a sophisticated network of water treatment plants, pumping stations, and distribution pipelines that collectively function to deliver clean, potable water to millions of residents.

Water Sources and Treatment

Georgia's water supply originates from a combination of surface and groundwater sources, including rivers, lakes, reservoirs, and underground aquifers. Major sources of water include the Mtkvari (Kura) and Rioni rivers, which provide a significant portion of urban water demand. Before reaching consumers, water undergoes rigorous treatment processes in specialized facilities to meet international drinking water standards. These treatments typically include filtration, coagulation, sedimentation, and disinfection with chlorine or ultraviolet (UV) light to eliminate harmful contaminants.

Infrastructure and Distribution System

The urban water supply system is designed and maintained by hydraulic engineers who ensure efficient water transportation and distribution. The infrastructure consists of:

- **Pumping Stations:** These facilitate water movement from treatment plants to elevated storage reservoirs and further into distribution networks.
- **Storage Reservoirs:** These structures help regulate water pressure and ensure a stable supply, particularly during peak demand periods.
- **Pipelines and Distribution Networks:** A network of pipes, ranging from large transmission mains to smaller distribution pipes, ensures water reaches households, businesses, and industries.

To improve efficiency and reduce losses, modern distribution systems integrate advanced materials such as corrosion-resistant pipes and automated pressure control mechanisms.

Challenges and Technological Innovations

Water supply in urban Georgia faces several challenges, including water losses due to aging infrastructure, climate change-induced variability in water availability, and increasing demand due to urbanization. To address these issues, the government and municipal utilities are implementing several measures:

- **Leak Detection and Reduction:** Advanced real-time monitoring systems equipped with sensors and telemetry technology help detect and repair leaks, reducing non-revenue water (NRW).
- **Smart Water Management Technologies:** These include AI-driven predictive analytics, automated meter reading (AMR), and supervisory control and data acquisition (SCADA) systems that optimize water distribution and consumption tracking.
- **Water Conservation and Sustainability Initiatives:** Programs promoting rainwater harvesting, wastewater reuse, and public awareness campaigns encourage responsible water use.

Resilience in the Face of Climate Change

With changing climate patterns affecting water availability, Georgia is enhancing its water infrastructure resilience through:

- **Diversification of Water Sources:** Investing in alternative sources such as desalination and groundwater recharge projects.
- **Improved Storage Capacity:** Constructing new reservoirs and upgrading existing ones to ensure a buffer supply during drought periods.
- **Sustainable Urban Planning:** Integrating water-sensitive urban design (WSUD) principles to mitigate flooding and enhance groundwater recharge.

By adopting these strategies, Georgia aims to develop a robust urban water supply system capable of meeting current and future demands while ensuring sustainability and efficiency in water resource management.

Coastal Protection and the Black Sea

Georgia's coastline along the Black Sea is an essential economic and environmental asset, spanning approximately 310 kilometers. This coastal region is home to major commercial ports such as Batumi, Poti, and Kulevi, which serve as crucial trade hubs linking Georgia to international markets. Additionally, the region boasts popular tourist destinations with sandy beaches, scenic landscapes, and vibrant resort towns that contribute significantly to the local economy. However, these coastal areas face increasing threats from natural and human-induced factors, including erosion, rising sea levels, and extreme weather events.

Challenges Facing Georgia's Coastline

The Black Sea coastline is particularly vulnerable to erosion due to both natural processes and human activities. Coastal erosion is accelerated by the disruption of sediment transport, changes in river discharge, and coastal development. Rising sea levels, attributed to global climate change, pose an additional long-term risk, increasing the likelihood of flooding and damage to infrastructure. Furthermore, extreme weather events such as storms and heavy rainfall intensify wave action, exacerbating shoreline retreat and leading to the loss of valuable land.

Coastal Protection Measures

To mitigate these threats, hydraulic engineers and coastal management authorities employ various protection strategies, combining traditional engineering solutions with sustainable management practices. Key protective structures include:

- **Sea Walls**: Constructed to shield coastal cities, roads, and buildings from wave action and prevent inland flooding. These reinforced concrete or stone structures are crucial in highly urbanized areas where erosion poses a direct threat to infrastructure.
- **Breakwaters**: Offshore structures designed to reduce wave energy before it reaches the shore, thereby minimizing coastal erosion. These can be either detached or connected to the coastline and are essential in protecting harbors and beach areas from excessive wave action.
- **Groynes**: These are long, narrow structures built perpendicular to the shore to trap sediment and slow down the movement of sand along the coastline. By stabilizing beaches, groynes help preserve valuable coastal land.

- **Artificial Reefs**: Submerged structures that enhance marine biodiversity while serving as natural breakwaters. These reefs promote sediment deposition and reduce wave energy, benefiting both marine ecosystems and coastal stability.
- **Coastal Dunes and Vegetation**: Natural buffers against erosion and storm surges, sand dunes are often reinforced through re-vegetation projects that use native plants to stabilize the sandy terrain. Dune restoration projects play a crucial role in enhancing resilience to coastal hazards.

Sustainable Coastal Zone Management

Beyond hard engineering solutions, Georgia is increasingly adopting integrated coastal zone management (ICZM) practices that emphasize sustainability and environmental protection. These initiatives focus on:

- **Monitoring Coastal Changes**: Advanced satellite imaging, remote sensing, and GIS mapping technologies are employed to track shoreline changes, assess erosion trends, and identify high-risk areas requiring intervention.
- **Regulating Coastal Development**: Urban planning policies aim to balance economic development with environmental sustainability. Regulations are in place to prevent excessive construction in erosion-prone zones and to encourage eco-friendly tourism practices.
- **Community Involvement and Education**: Public awareness campaigns and community engagement programs educate local residents and stakeholders about the importance of coastal preservation and sustainable land use.

Climate Change Adaptation Strategies: Georgia is actively developing policies to address long-term climate risks, including sea-level rise and increasing storm intensity. Adaptive measures, such as managed retreat and the restoration of natural habitats, are being considered to complement traditional engineering approaches.

Environmental Sustainability and Water Quality Management

In recent years, environmental sustainability has become a central focus of Georgia's water and hydraulic engineering projects. The country's rivers, lakes, and reservoirs face increasing pressures from industrialization, agriculture, and rapid urban development. As a result, hydraulic engineers and environmental policymakers are prioritizing sustainable water resource management to ensure long-term ecological balance and water availability for various sectors.

One of the key challenges in maintaining water quality is the presence of pollutants from industrial and agricultural runoff. Factories, farms, and urban centers contribute to the contamination of water bodies through the release of chemicals, heavy metals, and excess nutrients such as nitrogen and phosphorus.

These pollutants can lead to issues such as eutrophication, which depletes oxygen levels in aquatic environments, harming biodiversity and affecting local water supplies.

To mitigate these risks, Georgia has been implementing advanced water treatment technologies, including biological filtration, membrane filtration, and chemical coagulation processes. These methods help to remove contaminants and improve water quality before it reaches consumers or natural ecosystems. Additionally, wastewater treatment plants are being upgraded to ensure that industrial and municipal waste is adequately processed before being discharged into water bodies.

Hydrological modeling plays a crucial role in predicting and managing water quality and distribution. By analyzing rainfall patterns, river flows, and pollution dispersion, engineers can develop strategies for sustainable water allocation and flood prevention. Comprehensive river basin management strategies, such as the implementation of integrated water resource management (IWRM) principles, are essential in balancing water needs for agriculture, industry, and human consumption while maintaining ecological integrity.

Environmental organizations such as the Caucasus Environmental NGO Network (CENN) collaborate with governmental agencies to advocate for sustainable water policies and environmental conservation. These organizations engage in public awareness campaigns, scientific research, and policy recommendations to support the health of Georgia's water ecosystems. They also work on community-level projects that promote sustainable agricultural practices, afforestation efforts, and pollution control measures.

Furthermore, Georgia is aligning its water management policies with European Union (EU) standards as part of its environmental commitments. This includes adherence to the EU Water Framework Directive, which emphasizes the importance of achieving good water quality status for all surface and groundwater bodies. Strengthening legal and regulatory frameworks to enforce water protection laws is also a key priority.

Overall, Georgia's approach to environmental sustainability and water quality management involves a multi-faceted strategy that combines technological advancements, regulatory improvements, and community engagement. By fostering collaboration between government institutions, environmental organizations, and local communities, Georgia aims to safeguard its water resources for future generations while supporting sustainable economic growth.

International Cooperation in Transboundary Water Management: The Case of Georgia

Georgia shares several significant river basins with its neighboring countries—**Turkey, Armenia, Azerbaijan, and Russia**. The sustainable and equitable management of these shared water resources is essential for regional stability, economic development, and environmental sustainability. Transboundary

water cooperation involves **hydraulic engineers, policymakers, environmental experts, and international organizations**, all working together to ensure that water use is fair and sustainable across borders.

Major Transboundary Rivers of Georgia

❖ **The Kura (Mtkvari) River Basin**

- The **Kura River** originates in Turkey, flows through Georgia, and continues into Azerbaijan before emptying into the Caspian Sea.
- The **Alazani and Iori Rivers**, tributaries of the Kura, are vital for irrigation and drinking water in Georgia and Azerbaijan.
- Water challenges: upstream pollution, water extraction for agriculture, and hydropower development.

❖ **The Chorokhi (Çoruh) River**

- Originates in **Turkey** and flows into **Georgia**, where it feeds the Black Sea.
- Used for **hydropower production** in both countries.
- Key challenge: **altered river flow** due to upstream Turkish dams.

❖ **The Enguri River**

- Flows from Georgia into the **disputed region of Abkhazia** before entering the Black Sea.
- Home to the **Enguri Dam**, one of the region's largest hydroelectric facilities, supplying energy to both sides of the conflict.
- Cooperation on dam operation continues despite political tensions.

Challenges in Transboundary Water Management

❖ **Competing Water Demands**

- **Hydropower:** Georgia relies on rivers for electricity, but large dams impact downstream water users.
- **Agriculture:** Irrigation needs in Azerbaijan and Georgia put pressure on shared water bodies.
- **Urban & Industrial Use:** Population growth and industry increase demand for clean water.

❖ **Water Pollution and Quality Management**

- Industrial pollution, untreated wastewater, and agricultural runoff affect water quality.
- Downstream countries may suffer from upstream pollution, requiring **joint water quality monitoring**.

❖ **Climate Change and Water Scarcity**

- Rising temperatures and unpredictable rainfall affect river flows.
- Risk of **seasonal water shortages** and increased **flooding** due to extreme weather events.

❖ **Political and Institutional Barriers**

- **Lack of Comprehensive Agreements:** Unlike the **Danube or Rhine river basins**, Georgia and its neighbors lack a **legally binding regional treaty**.
- **Historical Conflicts:** Relations with Russia and regional disputes affect long-term cooperation.
- **Data Sharing Issues:** Differences in water measurement systems and access to hydrological data create gaps in decision-making.

Role of Hydraulic Engineers in Transboundary Cooperation

Hydraulic engineers in Georgia play a key role in:

- **Designing & Managing Water Infrastructure:** Dams, irrigation systems, and flood protection structures.
- **Hydrological Monitoring & Modeling:** Forecasting water availability, pollution levels, and flood risks.
- **Supporting International Negotiations:** Providing technical expertise in **water-sharing agreements** and **joint projects**.

Existing Regional Cooperation Mechanisms

❖ **Caucasus Water Partnership (CWP)**

- A regional initiative that promotes dialogue between **Georgia, Armenia, and Azerbaijan** on shared water governance.

❖ **EU Water Initiative Plus (EUWI+)**

- Supports **Georgia and other Eastern Partnership countries** in aligning water policies with **EU Water Framework Directive** standards.

❖ **Bilateral and Multilateral Agreements**

- Georgia has bilateral cooperation with Azerbaijan on the Kura River.
- No formal treaty with Turkey on the Chorokhi River, leading to concerns about unilateral dam projects.

Future Directions for Transboundary Water Cooperation

❖ Strengthening Institutional Cooperation

- Establishing joint river basin management commissions similar to the Danube River Commission.
- Enhancing cross-border water monitoring with shared databases.

❖ Adopting Integrated Water Resource Management (IWRM)

- Balancing hydropower, irrigation, and drinking water needs sustainably.
- Encouraging public participation in water management decisions.

❖ Climate Resilience and Adaptation Strategies

- Joint projects to improve flood control and drought preparedness.
- Investment in eco-friendly infrastructure and nature-based solutions.

CONCLUSIONS

Water and hydraulic structures engineering in Georgia is crucial for addressing the country's energy, agricultural, urban, and environmental needs. As Georgia continues to develop, there will be an increasing demand for sustainable water management practices that balance economic growth with environmental protection.

Hydraulic engineers in Georgia will be at the forefront of managing these challenges, designing innovative solutions to enhance water supply, improve infrastructure, and safeguard against natural disasters. As the country invests in modernization, technology, and cross-border cooperation, the future of water and hydraulic engineering in Georgia looks poised to support a more resilient and sustainable future.

The future of **water management and hydraulic engineering** in Georgia depends on a combination of **scientific innovation, regional cooperation, and sustainable policies**. As climate change, population growth, and economic development place increasing pressure on shared water resources, Georgia must strengthen its approach to **transboundary water governance** while investing in modern **hydraulic engineering solutions**.

Harnessing Georgia's hydroelectric power potential presents a pathway to energy security, economic growth, and environmental sustainability. While challenges remain, the adoption of modern technologies, sustainable planning, and investment-friendly policies can ensure that hydropower continues to be a reliable and clean energy source for the country. By balancing development with ecological preservation, Georgia can strengthen its renewable energy sector and contribute to regional energy stability.

International cooperation in transboundary water management is vital for Georgia's sustainable development and regional stability. While progress has been made through various partnerships, challenges remain in institutional frameworks, climate resilience, and equitable water-sharing agreements. Strengthening regional collaboration, improving data transparency, and adopting sustainable water management policies will be crucial for the future.

The protection of Georgia's Black Sea coastline is vital for ensuring the sustainability of its economy, infrastructure, and environment. Hydraulic engineers play a crucial role in designing and implementing coastal protection measures that mitigate erosion, safeguard communities, and support economic activities. By integrating modern engineering techniques with sustainable management practices, Georgia can enhance the resilience of its coastal regions against the ongoing challenges posed by climate change and human impact.

Key Priorities for the Future

1. **Enhancing Transboundary Water Cooperation**

- Strengthening **bilateral and multilateral agreements** with neighboring countries.
- Establishing a **joint river basin commission** for the Kura-Aras and other shared rivers.
- Improving **data sharing and joint water quality monitoring** to prevent pollution conflicts.

2. **Advancing Sustainable Hydraulic Engineering**

- Modernizing **irrigation systems** to reduce water loss and improve agricultural productivity.
- Developing **eco-friendly hydropower solutions** that balance energy needs with environmental protection.
- Implementing **nature-based solutions**, such as wetlands restoration and green infrastructure, to enhance water resilience.

3. **Mitigating Climate Change Impacts**

- Strengthening **flood control measures** through advanced modeling and early warning systems.
- Adopting **drought adaptation strategies**, including water recycling and groundwater recharge projects.
- Promoting **climate-resilient infrastructure** to withstand extreme weather conditions.

4. **Aligning with International Water Standards**

- Continuing alignment with the **EU Water Framework Directive** to improve water governance.
- Participating in **global water initiatives**, such as the UNECE Water Convention, to enhance policy frameworks.
- Expanding public-private partnerships for **water infrastructure investment**.

The **integration of technology, diplomacy, and sustainable engineering** will define the future of Georgia's water management sector. **Hydraulic engineers, policymakers, and environmental experts** must work together to ensure that Georgia's rivers and water systems support economic growth, environmental health, and regional stability. By adopting a **forward-thinking, collaborative approach**, Georgia can become a regional leader in **sustainable water management and hydraulic innovation**.

REFERENCES

1. Gordeziani, K.G., Tsinadze, Z.O. and Kavelashvili, L. B. (2024), "*Concept of water loss risk assessment in the water supply network of Georgia Analysis*", The 4nd International Conference "Problems of Engineering Sciences" 26.08.24-28.08.2024 in Batumi, Georgia.
2. Gordeziani, K.G., Kavelashvili, L. B. and Kakhidze N. (2023), "*Integrated management of water resources*", Scientific-Technical Journal ,,Building", 2023 #4(68) Georgia.
3. Green Alternative (2007), "*Management and Protection of Water Resources in Georgia*", Tbilisi, Georgia.
4. World Bank Document (2022), "*Georgia General Water Security Assessment*".

AI UNBOUND: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES FOR INTERNATIONAL LEGAL FRAMEWORKS

Dr. Tahir Qureshi
Assistant Professor of Law
Symbiosis Law School, Hyderabad Campus
Symbiosis International (Deemed University), Pune. India
Dr. Dhananjay Kumar Mishra
Assistant Professor of Law
Symbiosis Law School, Hyderabad Campus
Symbiosis International (Deemed University) Pune. India
Dr. Aakriti Shukla
Assistant Professor of Law
Symbiosis Law School, Hyderabad Campus
Symbiosis International (Deemed University), Pune. India

Abstract

The rapid advancement and global deployment of artificial intelligence (AI) technologies are profoundly reshaping state behaviour, transnational interactions, and the very foundations of the international legal order. AI systems now influence critical domains governed by international law—armed conflict, human rights, international trade, cybersecurity, environmental protection, and outer space activities—yet existing treaties, customary norms, and institutional mechanisms were designed without contemplating algorithmic decision-making, machine learning opacity, or the prospect of autonomous systems exceeding human cognitive capabilities. This article examines the central challenges posed by "AI unbound" to international legal frameworks: the attribution of state responsibility for actions taken by unpredictable or opaque AI systems; the erosion of meaningful human control in lethal autonomous weapons systems under international humanitarian law; the extraterritorial human rights implications of AI-driven surveillance and automated decision-making; the inadequacy of current liability regimes for cross-border algorithmic harm; and the risk of regulatory fragmentation in the absence of coordinated global governance. At the same time, AI presents unprecedented opportunities for strengthening international law: enhancing treaty compliance monitoring through machine learning, automating the detection of war crimes and human rights violations, facilitating predictive diplomacy, and enabling new forms of evidence in international adjudication. The article evaluates existing regulatory initiatives—the EU AI Act's extraterritorial effects, the UN's work on lethal autonomous weapons systems within the CCAC framework, UNESCO's Recommendation on the Ethics of AI, and emerging proposals for an

International Agency for Artificial Intelligence—and assesses their potential contribution to a coherent global approach. Ultimately, the article argues that international law must evolve from a reactive, anthropocentric paradigm to one capable of governing hybrid human-machine agency. It proposes a layered governance architecture combining hard-law prohibitions on unacceptable AI applications, soft-law standards for high-risk systems, and new institutions for transnational oversight. Only through deliberate and inclusive legal adaptation can the international community harness AI's transformative potential while preserving the normative achievements of the post-1945 order.

Keywords: artificial intelligence, international law, state responsibility, lethal autonomous weapons, human rights, global governance, algorithmic accountability, meaningful human control, regulatory fragmentation

SPATIOTEMPORAL PREDICTION OF AIR POLLUTANTS IN PAKISTAN USING MACHİNE LEARNİNG

Dr. Muhammad Imran

University Of Sargodha, Department of Mechanical, Industrial, and Energy Systems, Sargodha, Pakistan

Engr. Haseeb Hassan

University Of Sargodha, Department of Mechanical, Industrial, and Energy Systems, Sargodha, Pakistan

ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-4723-1660

ABSTRACT

Air pollution has become a key environmental and human health issue in Pakistan especially in the urban regions where industrial emissions, car fume and unchecked construction works are major contributors to the poor quality of air. The research looks at the application of machine learning techniques to predict the levels of key pollutants of the atmosphere in PM2.5, PM10, NO 2, CO and O 3 in various cities in Pakistan. In the study, historical data on air quality is used to implement the random forest, Support Vector Regression, and Artificial Neural Networks algorithms to predict the predictive models capable of constructing complex temporal and spatial variations in air pollution. The research model is a mixture of data preprocessing, feature engineering, model training, and validation to offer concrete and accurate forecasts. In addition, graphs and statistical analysis are taken in the research report in order to simplify the interpretation of results, identify the tendencies of pollutants and identify the efficiency of models. The findings demonstrate that machine learning models, in particular, the ensemble methods, can prove highly precise in their prediction capacity of the concentrations of the pollutants and could be instrumental in air quality monitoring and environmental decision-making. The current research also contributes to the literature on the area of environmental informatics and gives practical implications on urban planning, the policy making process on public health and sustainable development project. The paper ends by recommending that the government of Pakistan ought to weigh the option of integrating smart data based systems in the national environmental monitoring systems so as to play an active role in the control as well as alleviating the effects of air pollution.

Key Words: Air Pollution, Machine Learning, Predictive Models, PM2.5, PM10, NO,CO,O, Environmental Health, Urban Air Quality, Data Analytics, Air Quality Monitoring, Random Forest, Support Vector Regression, Artificial Neural Networks, Pollution Forecasting, Environmental Decision-Making, Pakistan.

A COMPARATIVE STUDY OF JOB SATISFACTION IN PUBLIC AND PRIVATE SECTOR BANKS WITH SPECIAL REFERENCE TO SBI AND HDFC BANK DISSERTATION SUBMITTED TO MAHATMA GANDHI UNIVERSITY, KOTTAYAM IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE AWARD OF THE DEGREE OF

BACHELOR OF COMMERCE
GOPA KUMAR R.D
(230021055097)
IRFAN K.Y
(230021055099)
JOEL JOSE ANTONY
(230021055101)
Under the guidance of
Ms. SOUMYA VARGHESE
DEPARTMENT OF COMMERCE (COMPUTER APPLICATION)
BHARATA MATA COLLEGE AUTONOMOUS
THRIKKAHRA, KERALA
(2023-2026)

Abstract

Job satisfaction is an important part of every employee's working life, especially in the banking sector where employees deal with heavy workloads and constant customer interaction. This study aims to compare the level of job satisfaction among employees working in public and private sector banks, with special reference to State Bank of India (SBI) and HDFC Bank. The study focuses on factors such as salary, work environment, job security, promotion opportunities, supervision, recognition, and work–life balance.

The study is based on both primary and secondary data. Primary data were collected through a structured questionnaire from 51 bank employees using convenience sampling. Secondary data were collected from books, journals, websites, and previous studies. The collected data were analysed using simple tools such as percentage analysis, tables, and charts.

The findings of the study show that employees in both SBI and HDFC Bank are generally satisfied with their jobs. Employees in public sector banks feel more secure and stable in their jobs, while employees in private sector banks are more satisfied with salary, incentives, and career growth opportunities. The study also finds that workload pressure and limited promotion opportunities are major challenges faced by bank employees.

The study concludes that improving job satisfaction is essential for employee well-being and organizational success. Banks should adopt employee-friendly policies to create a positive and motivating work environment.

THE PSYCHOLOGY OF DIGITAL SPENDING: HOW E-WALLETS SHAPE IMPULSIVE BUYING AMONG YOUNG CONSUMERS

Dr. Jayasree Krishnan
Director, School of Management Studies and Commerce
Vels Institute of Science Technology and Advanced Studies (VISTAS)
Orchid Id 0000-0002-4167-0444

ABSTRACT

The rapid diffusion of e-wallet technologies has fundamentally transformed consumer purchase behaviour by removing transactional friction and redefining monetary perception. This study investigates how e-wallet usage influences impulsive buying behaviour among Gen-Y and Gen-Z consumers through an integrated behavioural–technological framework. Grounded in the Technology Acceptance Model, Pain of Paying Theory, Stimulus–Organism–Response paradigm, and Self-Regulation Theory, the study develops and empirically tests a conceptual model linking e-wallet features to impulsive purchase tendencies via psychological mediators. Using survey data from active e-wallet users, the study examines both direct and indirect effects of e-wallet attributes on impulsive buying behaviour, while accounting for the moderating influence of financial self-control and generational cohort. The findings indicate that transaction convenience and promotional incentives significantly increase impulsive buying behaviour, with reduced pain of paying emerging as a central mediating mechanism. Moreover, Gen-Z consumers exhibit significantly stronger impulsive tendencies than their Gen-Y counterparts, reflecting heightened digital immersion and reward sensitivity. This research contributes to emerging fintech literature by integrating behavioural economics and technology adoption perspectives to explain consumption behaviour in digital payment environments. The findings offer actionable implications for fintech firms in the design of responsible promotional strategies and for policymakers in framing digital financial literacy initiatives aimed at mitigating excessive impulsiveness among young consumers.

Keywords:E-wallets, Impulsive Buying, Financial Self-Control, Gen-Z, Consumer Psychology, Fintech, Digital Payments

A REVIEW OF POLICY INITIATIVES FOR RURAL DEVELOPMENT IN INDIA SINCE INDEPENDENCE

Karuna Shanker Kanaujiya

Assistant professor, Department of Applied Economics, University of Lucknow, Lucknow, Lucknow, India

Rajat Saini

Research scholar, Department of Applied Economics, University of Lucknow, Lucknow, Lucknow, India

Abstract

Rural development has always been a central concern in India's policy framework, especially after independence, because more than 65 percent of the country's population still lives in villages. In the early years, rural development mainly associated with improving agriculture, raising crop productivity and ensuring food security. Over time, however, the concept has broadened significantly. Today, rural development refers to a holistic process that includes better infrastructure, stronger health and education systems, diversified livelihoods, gender equality, social inclusion, and environmental sustainability.

In developing countries like India, rural development has grown into an interdisciplinary effort carried out through collaboration between the government, NGOs, community organisations, and the private sector. Its major goals remain poverty reduction, fair distribution of resources, and bridging socio-economic gaps, making it vital for inclusive national growth and social transformation (World Bank, 1995).

Historically, rural development during the pre-independence period was limited to small-scale experiments. These early initiatives focused on agriculture, basic education, sanitation, and village self-reliance. Although small in scope, they laid the groundwork for later policies. After independence in 1947, India adopted a more structured and planned approach. The Five-Year Plans became the main guiding framework for rural development, introducing long-term strategies for agricultural modernisation, employment generation, poverty alleviation, institutional reforms, and rural infrastructure expansion.

Several major programmes- like the Community Development Programme (1952), the Intensive Agricultural District Programme, the Green Revolution, the Integrated Rural Development Programme (IRDP), and more recently, the Mahatma Gandhi National Rural Employment Guarantee Act (MGNREGA) (2005)- helped in shaping the direction and progress of rural development in India.

This paper provides a critical review of these key initiatives from the pre and post -independence periods, with a special focus on how, the Five-Year Plans institutionalised rural development and advanced India toward long-term, sustainable, and inclusive growth.

DOMESTICATING A NEW ECOTYPE OF *SAUVEOLENS MINT* GROWING AT IN REGIONS WITH EXTREME CLIMATIC CONDITIONS TO CONFIRM THE CAUSES OF DIFFERENTIATION

Amal ERRADY
Mohamed MERZOUKI
Mohamed BOUHRIM
El hassania EL HAMZAOUI
Hassane ABD-DADA
Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal, Morocco, Department of Beology, Morocco

ABSTRACT

Mentha Suaveolens, an aromatic and medicinal species belonging to the Lamiaceae family, is widely distributed throughout the Moroccan territory in the wild state. It exhibits marked morphological variability depending on local ecological conditions. This study is part of an effort to domesticate an ecotype growing in a new ecosystem. The primary objective is to understand the origin of the phenotypic variations observed between natural populations and to determine whether these differences are genetic in nature or linked to environmental conditions. The work will include a phase of ex situ agronomic experimentation, as well as morphological and biochemical characterization, with the aim of proposing a suitable cultivation protocol. This domestication project aims to enhance the value of this local botanical heritage through controlled and sustainable production, potentially ensuring its preservation and integration into agricultural and phytotherapeutic applications.

Keywords: Mentha suaveolens; ecotype; domestication; variability; adaptation; cultivation

INFORMALITY IN THE ALBANIAN COASTAL TOURISM SECTOR: AN ANALYSIS OF PARTIAL CLIENT DECLARATIONS, THE BED TAX, AND BEACH PARCEL PAYMENTS

Brunilda Licaj

University A. Moisiu Durres, Tourism Department

Abstract

This paper aims to analyse and evaluate informality in Albania's tourism sector, with a particular focus on coastal areas. By employing a research methodology primarily based on secondary data—including institutional reports, governmental statistics, strategic documents, and academic publications—the study addresses two key issues: (1) incomplete client declarations within accommodation units, and (2) unregistered businesses operating outside the legal framework. Special attention is devoted to the bed tax as a fiscal and regulatory instrument, as well as to payments for beach parcels, in order to assess their contribution to local revenue growth and the promotion of sustainable development. The findings indicate that informal practices distort the market, reduce service quality, and undermine fair competition, while international best practices suggest opportunities to mitigate these effects through well-oriented policies. In conclusion, the paper provides concrete recommendations for the relevant institutions regarding the strengthening of oversight mechanisms, the improvement of the legal framework, and the encouragement of formalization, ultimately aiming to establish a more sustainable, transparent, and competitive tourism ecosystem.

Key words*: Informality, Tourism, Coastal Areas, Bed Tax, Sustainable Development*

JEL classification: L83,**H26**,**O17**

UAMD'S ROLE IN TOURISM WORKFORCE DEVELOPMENT AND INSTITUTIONAL MARKETING

Brunilda Licaj PhD
Marsida Abdyl PhD
Mirela Tase Prof. As. Dr
University A. Moisiu, Durres, Albania, Faculty of Business, Tourism Department

Abstract

This study aims to analyze how the quality of academic training of employees in the tourism and hospitality sector influences the institutional positioning and marketing strategies of the "Aleksandër Moisiu" University of Durrës (UAMD). In a labor market characterized by high seasonality and increasing demand for specialized competencies, the perceptions of economic actors regarding the quality of human resources trained by the university constitute a key indicator for evaluating the effectiveness of academic programs and institutional image.

The study's methodology is based on the analysis of data collected through two structured questionnaires: (1) a questionnaire administered to tourism business managers in the Durrës region, focused on evaluating employees' professional competencies, theoretical preparation, practical skills, and their level of interaction with UAMD; and (2) a questionnaire dedicated to hospitality-sector employees, measuring the extent to which their university education aligns with the operational requirements of the industry.

The findings are expected to yield significant evidence on the interdependence between the quality of university training and the perception of UAMD's institutional brand within the tourism market. The analysis contributes to identifying gaps between academic offerings and industry needs, providing recommendations for reshaping university marketing strategies based on empirical insights. The study supports the perspective that employee performance in the hospitality sector functions as a powerful communication mechanism for the university, positioning UAMD as a key actor in the development of human capital within Albania's tourism industry.

Keywords: University marketing, Tourism workforce development, Human capital formation, Hospitality sector, Tourism businesses, Institutional branding, Higher education and labor market

CLİMATE CHALLENGES AND ADAPTİVE TECHNOLOGİES İN UKRAİNİAN SUNFLOWER SEED PRODUCTİON

Serhii YEROMENKO
Kherson State Agrarian and Economic University, Department of Agriculture, 73006, Kherson, Ukraine
ORCID: 0000-0003-3491-1438
Sergiy LAVRENKO
Kherson State Agrarian and Economic University, Department of Agriculture, 73006, Kherson, Ukraine
ORCID: 0000-0003-3491-1438

ABSTRACT

Modern commercial sunflower seed production in Ukraine faces increasingly serious challenges driven by global climate change. Rising average annual air temperatures, prolonged periods of low relative atmospheric humidity, and a chronic deficit of productive soil moisture during critical vegetation phases have become key stress factors. This trend leads to annual instability, causing significant losses in both yield and quality of commercial seeds, which directly threatens the economic efficiency of the industry. Given these risks, there is an urgent need to develop and implement adaptive, resource- and energy-saving agricultural technologies aimed at minimizing the negative impact of climatic stressors.

Research initiated in 2025 in the conditions of Ukraine's Northern Steppe aims precisely at such an improvement of sunflower cultivation technology within short-rotation crop rotations. The main focus of scientific interest is the optimization of primary soil tillage systems and mineral nutrition rates as a fundamental element in shaping the water, air, and nutrient regimes. The focus is on a gradual transition from deep plowing, a traditional but energy-intensive operation, to modern energy-saving methods. It is anticipated that these methods will allow for better preservation of soil moisture reserves, increase its erosion resistance, and improve its structure, which is critically important under drought conditions.

The comprehensive scientific approach involves combining a modernized tillage system with balanced, scientifically substantiated fertilization, tailored to the real mineral nutrition needs of plants during their vegetation.

The proposed set of technological practices is expected to enhance the stability of the sunflower agrocenosis. The primary result should be a reduction in the dependence of seed yield and quality on unfavorable weather conditions during the year. The research is directed towards the practical implementation of climate-adaptive farming principles, which will ensure increased economic efficiency of production and enhanced environmental sustainability of agroecosystems in the long term.

Keywords: sunflower, climate change, classical cultivation, crop rotation

CRYSTAL VIOLET DYE DEGRADATION USING MONOCULTURE AND BLENDED CULTURE BACTERIA ISOLATED FROM POULTRY FAECES

Faisal Ahmed[1], Johirul Islam[2], Tasmia Jahin Mim[3*], Iftakhar Ahmad[4]

[1]Biotechnology and Genetic Engineering, Noakhali Science and Technology University,

[3]Biotechnology and Genetic Engineering, Noakhali Science and Technology University,

[3]Department of Biotechnology, BRAC University, Dhaka-1212, Bangladesh

[4]Department of Zoology, Comilla Victoria Government College, National University of Bangladesh, Gazipur, Bangladesh

Abstract

Bangladesh's tannery and textile industries are heavily dependent on drying and dyeing processes, where modern mechanical methods have largely replaced traditional sun drying to improve efficiency and maintain quality. Despite their economic importance, these industries discharge large volumes of untreated effluents into rivers, with nearly 80% of wastewater released without treatment. Synthetic dyes such as crystal violet, widely used for their vivid colors, are resistant to biodegradation and contribute significantly to water pollution, equivalent to nearly 6% of the nation's GDP. Sustainable treatment approaches, including the use of microorganisms, wetlands, and biofilters, are being explored to address these challenges.

This study investigated the biodegradation of crystal violet by bacteria isolated from poultry samples and textile effluents. DNA was extracted using the boiling method, and PCR amplification of the 16S rRNA gene with primers 27F and 1492R confirmed the presence of *Enterobacter hormaechei*, *Escherichia coli*, and *Klebsiella pneumoniae*. Decolourization assays demonstrated high degradation efficiencies, with *E. hormaechei* achieving 86–93.7%, *E. coli* 95.25–99.5%, and *K. pneumoniae* 90.2–95.5% within 24 hours. Synergistic bacterial combinations further enhanced degradation rates, highlighting the benefits of microbial consortia. Notably, poultry-derived isolates exhibited superior decolourization (98% within 24 hours) compared to textile waste isolates (81% within 72 hours). These findings indicate that microbial bioremediation offers a promising, eco-friendly approach for managing dye pollution in Bangladesh's textile sector.

Keywords: Textile dye, crystal violet, Consortium, Biodegradation, Decolourization.

AN IN SILICO PHARMACOLOGICAL AND MOLECULAR DOCKING APPROACH FOR THE DEVELOPMENT OF POTENTIAL INHIBITORS AGAINST CTX-M-9 CLASS A BETA-LACTAMASE FROM *ESCHERICHIA COLI*

Johirul Islam
[1]Biotechnology and Genetic Engineering, Noakhali Science and Technology University,
Faisal Ahmed
Biotechnology and Genetic Engineering, Noakhali Science and Technology University,
Tasmia Jahin Mim
Department of Biotechnology, BRAC University, Dhaka-1212, Bangladesh
Iftakhar Ahmad
Department of Zoology, Comilla Victoria Government College, National University of Bangladesh, Gazipur, Bangladesh

Abstract

Public health is greatly impacted by a variety of bacterial diseases. Diverse pathotypes of *Escherichia coli* strains are becoming more and more acknowledged as a serious threat to public health. Pathogenic *E. coli* infections have been effectively treated with β-lactam antibiotics. However, a multitude of hydrolytic enzymes, known as β-lactamases secreted by bacteria, are currently seriously undermining the usefulness of β-lactams. *E. coli* produces ESBLs which are capable of breaking down extended spectrum beta-lactams such as penicillins, cephalosporins, monobactams, and carbapenems antibiotics and giving the bacteria tolerance to them. Although more than 150 different TEM- and SHV- type ESBLs are known, the CTX-M enzymes have been recognized as the most prevalent among Enterobacteriaceae. CTX-M-9, a common ESBL, can break down a wide range of β-lactam antibiotics, including penicillins, cephalosporins, monobactams, and carbapenems. In this study we opted CTX-M-9 class A β-lactamase enzyme of *E. coli* to devise novel inhibitors of the enzyme. Structure of CTX-M-9 of *E. coli* was collected from protein data bank server (PDB: 3G30). Protein is prepared by Discovery Studio and Pymol, according to Lipinski's Rule of Five and Veber's Rule, 3,000 drug-like molecules were selected from the ZINC15 database to identify potential ligands against the enzyme. Site Specific docking was performed using PyRx software, and the top 100 compounds, based on binding energy, were further evaluated through ADMET analysis. From ADMET we sorted 3 promising molecules; ZINC000000046185, ZINC000000052153 and ZINC000000134746. Therefore, we conclude that the potential inhibitors ZINC000000046185, ZINC000000052153, and ZINC000000134746, identified through Molecular docking and ADMET analysis, could serve as lead molecules for developing future drug candidates against CTX-M-9 β-lactamase-producing *E. coli*.

Keywords: *E. coli*; CTX-M-9; ESBLs; Molecular Docking; ADME/T prediction; Simulation

THE PROBLEM OF MICROPLASTICS IN ENVIRONMENTAL MEDICINE

Mariami Managadze

" Student of the Faculty of Public Health, Tbilisi State Medical University."

Abstract

Introduction: Microplastics represent one of the most significant challenges in modern environmental medicine due to their widespread distribution and potential adverse effects on human health. These compounds enter the environment through various routes, including marine and freshwater sources, ambient air, and food products, increasing human exposure.

The study aimed to analyze the main sources, global distribution, and pathophysiological effects of microplastics on human health based on recent scientific literature.

Study Methods and Materials: This study is based on a narrative literature review conducted in accordance with PRISMA guidelines to ensure methodological transparency and accuracy. A comprehensive search was performed in the PubMed and Google Scholar databases, covering the period from 2014 to 2024. The following keywords were used: "microplastics," "human health," "bioaccumulation," "microplastics ingestion," and "toxicology of microplastics."

Inclusion criteria were: Peer-reviewed studies focusing on the impact of microplastics on human health, Systematic reviews, meta-analyses, original research articles. After initial screening of **134 articles**, **37** met the final eligibility criteria and were analyzed in depth.

Literature management was conducted using **Zotero**, while Microsoft Excel was used for data synthesis and thematic organization.

Results: The findings indicate that microplastics have bio accumulative properties and are linked to serious health effects, including endocrine disruption, inflammation, immune dysfunction, cancer risk, and neurodegenerative diseases.

Conclusion:

Strengthening control measures across drinking water, food, and air quality to mitigate microplastic exposure, supported by coordinated efforts in environmental regulation, public health, and education.

Key words: Microplastics, Health risks, Environmental medicine, Bioaccumulation.

Bibliography

1. **Browne, M.A., et al.** (2011). *Accumulations of Microplastic on Shorelines Worldwide: Sources and Sinks.* Environmental Science and Technology, 45, 9175–9179.
2. **Hao-Peng Wang, Xu-Hui Huang, Jia-Nan Chen, Meng Dong, Cheng-Zhen Nie, Lei Qin.** (2023). *Micro- and nano-plastics in food systems: Distribution, combined toxicity with*

environmental contaminants, and removal strategies. Chemical Engineering Journal, 476, 15 November, 146430.

3. **Ivar do Sul, J.A., & Costa, M.F.** (2014). *The present and future of microplastic pollution in the marine environment.* Environmental Pollution, 185, 352–364.
4. **Li, Y., Tao, L., Wang, Q., Wang, F., Li, G., Song, M., & Sung.** (2023). *Potential Health Impact of Microplastics: A Review of Environmental Distribution, Human Exposure, and Toxic Effects.* Environmental Health, 1(4), 249–257.
5. **Schwabl, P., Köppel, S., Königshofer, P., Bucsics, T., Trauner, M., Reiberger, T., & Liebmann, B.** (2019). [Title missing]. [Journal name missing], 171(7), 453–457.
6. **Thompson, R., & Napper, I.** (2019). *Microplastics in the Environment.* In Plastics and the Environment (pp. 60–81).

NUMERICAL SIMULATION OF THE PROTON EXCHANGE MEMBRANE ELECTROLYZER PERFORMANCE

Ibrahim NACHIT

https://orcid.org/0009-0003-6238-8434, Laboratory of Renewable Energy and Dynamic of Systems, Faculty of Sciences Ain Chock, PO Box 5366 Maarif, Casablanca, MOROCCO.

Abstract:

In the global pursuit of sustainable energy solutions, hydrogen has emerged as a cornerstone for a cleaner future, offering a versatile and carbon-free alternative to fossil fuels. Among the various methods of hydrogen production, water electrolysis using Proton Exchange Membrane (PEM) electrolyzer has garnered significant attention due to its seamless integration with renewable energy sources such as wind and solar power. PEM electrolyzers are particularly valued for their high efficiency, fast dynamic response, and compact design, making them ideal for decentralized hydrogen production in renewable energy ecosystems.

This study delves into the critical influence of current density and temperature on the performance of PEM electrolyzer, parameters that are essential for optimizing hydrogen production. Utilizing a robust theoretical model, we examine the interplay between these parameters and their impact on key performance metrics, including cell voltage, output power, efficiency, and the hydrogen production rate. The results reveal that while increasing current density can significantly boost hydrogen output, it also raises cell voltage and reduces efficiency. On the other hand, higher operating temperatures enhance reaction kinetics, resulting in lower cell voltages and improved efficiency, though caution is required to prevent material degradation at extreme temperatures.

These findings offer valuable guidance for optimizing PEM electrolyzer operation, balancing hydrogen production with efficiency, and ensuring the durability of the system. This research contributes to the refinement of PEM electrolyzer technologies, enabling their effective integration into renewable energy systems and advancing the broader goal of a sustainable and resilient energy future.

Keywords: Electrolyzer; Hydrogen; Proton Exchange Membrane; Current density; Temperature.

HEALTH INFORMATICS AND ELECTRONIC HEALTH RECORDS

Sneha

Ajesh Chauhan

Department of Pharmaceutics, Hindu College of Pharmacy, Sonipat, Haryana

ABSTRACT

Health informatics is a rapidly advancing field that uses digital technologies, data systems, and computer-based tools to improve healthcare delivery, communication, and decision-making. The integration of artificial intelligence, cloud-based platforms, and secure data-sharing has strengthened the role of Electronic Health Records (EHRs) as the core of modern healthcare. EHRs enable accurate documentation, easy retrieval, and real-time exchange of patient information among hospitals, clinicians, and laboratories. This enhances clinical decisions, reduces medication errors, and ensures continuity of care.

The growth of telehealth, mobile health apps, and wearable devices has supported remote monitoring, personalized treatments, and preventive healthcare. Health informatics also contributes to clinical research, pharmacovigilance, and public health surveillance by analyzing large datasets to identify trends and improve patient outcomes. Overall, health informatics and EHRs make healthcare more efficient, accessible, data-driven, and patient-centered.

Keywords: Health Informatics, Electronic Health Records, Telehealth, Health Data Analytics.

TWO DIFFERENT MECHANISMS INVOLVED IN THE BACTERIORHODOPSIN-ATP SYNTHASE BIOSYSTEM IN *HALOBACTERIUM SALINARUM* CELLS

Gabi Drochioiu

Alexandru Ioan Cuza University of Iasi, Chemistry Faculty, 11 Carol I, Iasi-700506, Romania

ABSTRACT

Bacteriorhodopsin (BR) from the archaeon Halobacterium salinarum absorbs light energy, causing conformational changes in the F0 subunit of ATP synthase, which leads to the liberation of adenosine triphosphate (ATP) from its F1 subunit [1]. A well-known phenomenon occurs, namely an increase in acidity due to the translocation of protons through the bacterial membrane. However, to date, no one has explained how protons are produced or the mechanism by which these protons can contribute to ATP formation, except for inconclusive hypotheses. Here, we propose a rational explanation for two different mechanisms, the first associated with the elimination of the proton from the protonated Schiff base of BR and the other associated with the release of ATP from F1-ATP synthase [2]. Due to the fluorescent retinyl group and the formation of a protonated Schiff base, BR behaves as a photoacid which, when illuminated, is excited to the singlet or triplet state and becomes a stronger acid [3]. In fact, in order to fulfill its function, BR must reach the form of unprotonated M_{412} intermediate. Therefore, we are able to describe the mechanism by which BR converts from its native form of all-trans retinyl to cis-retinyl, and then from the L_{550} intermediate to the unprotonated M_{412} intermediate. In all these stages, visible radiation with different wavelengths causes the Schiff base to become excited and induces the release of protons each time. The energy difference is greatest when moving from L_{550} to M_{412}, which allows protons to be expelled outside the bacterial cell. Once the unprotonated M_{412} intermediate is formed, it is excited with 412 nm light, so that an electron is promoted to a higher energy level. From here, the electron liberates part of its energy in the form of near infrared (NIR) radiation with an equivalent energy of 17.4 kcal/mol and returns to its previous form, after which it is reprotonated. This amount of energy is radiatively transmitted through the lipid bilayer of the membrane to F0-ATP synthase, which changes its conformation and induces the rotation of the F1 subunit of ATP synthase with the release of an ATP molecule bound to this subunit. The two mechanisms we have described are confirmed by all experimental data [4], and contradict most bioenergetic theories based on chemiosmosis.

References

[1] Lanyi, J.K., Luecke, H. (2001). Bacteriorhodopsin. *Curr. Op. Struct. Biol.*, *11*(4), 415-419.

[2] Drochioiu, G. (2025). Light-induced ATP production and proton translocation, two independent

phenomena in *Halobacterium salinarum* archaea cells. *BioSystems, 258*, 105633.

[3] Drochioiu, G. (2024) Bacteriorhodopsin-the simplest bioenergetics system for ATP production. *Acta Chemica Iasi*, *32*(1), 13-32.

[4] Bondar, A.N., Smith, J.C. (2025). Bacteriorhodopsin proton-pumping mechanism: successes and challenges in computational approaches. *Biophys. J.*, *124*(22), P3813-3826.

EFFECTS OF CRUSHED PERIWINKLE SHELLS ON THE COMPRESSIVE STRENGTH OF HOLLOW SANDCRETE BLOCKS

Omisande Lawrence A

Imasuen Victoria

Civil Engineering Department, The Federal Polytechnic Ilaro, Nigeria.

Abstract

Periwinkle shells are waste products derived from Periwinkles which when not properly disposed constitute environmental menace. However they can be reused either as fine aggregate, coarse aggregate in building construction. This study therefore investigates the suitability of crushed periwinkle shells (CPWS) as an alternate material for natural sand in sandcrete hollow blocks for sustainable infrastructure. Consequently, varying levels of CPWS (0%, 5%, 10% and 15%) was used to replace sand in the mix and laboratory tests, including the sieve analysis, density and compressive strength of the sandcrete blocks were evaluated. The result of 28 days compressive strength of sandcrete hollow blocks showed that 5%, 10 %, and 15% periwinkle shell partial replacement met the minimum requirement recommended for compressive strength for non-load bearing blocks by Nigeria Industrial Standard (NIS 87: 2000) specification. The result revealed a 7.6% increase in the compressive of concrete compared to the control at 5% replacement of sand with CPWS. Adopting CPWS as fine aggregates in sandcrete blocks promotes the development of environmentally friendly construction materials and helps mitigate the environmental challenges caused by the waste. Harnessing this waste resource supports the advancement of sustainable infrastructure and contributes to achieving the United Nations Sustainable Development Goals

Keywords: Periwinkle shells, hollow sandcrete blocks, compressive strength.

NARRATIVE ARCHITECTURE IN IMMERSIVE GAMES: AI-POWERED STORY WORLDS AND DYNAMIC PLAYER EXPERIENCES

Radhika H

Research Scholar[1], School of Media Studies, Presidency University, Bangalore.

ABSTRACT

The emergence of artificial intelligence in the setting of immersive games introduces technological opportunities and narrative challenges, especially concerning the role of artificial intelligence in determining adaptive storytelling and a versatile user experience. Due to the rise in AI-powered narrative systems and their growing role in deciding story lineage across virtual and augmented reality (VR/AR) experiences, this paper questions what effect algorithmically responsive narrative has on the agency of the player, how players emotionally respond, and how narrative supports player identity. The study also notes the transforming role of AI as a story architect and the procedural writer, where the issues of control, unpredictability, and user controls arise in digital storyworlds. The paper also does a case study analysis. It targets two to three games (Detroit: Become Human, AI Dungeon, and The Walking Dead: The Final Season) that are built on the inclusion of AI, easy to retrieve, and topographically known to be complicated in the development of a plot. To explain the role of AI in constructing affective, ethical, and cognitive aspects of gameplay, the current paper is an attempt to provide insight into the cultural and experience-related possibilities of machine-driven narrative. Such results can lead to further discussion in media theory and the design of games, especially concerning the relevance of algorithmic systems and narrative agency in immersive worlds.

Keywords: *Artificial Intelligence, Virtual Reality, Augmented Reality, Algorithmic, Ethical Consideration.*

THE INTERNATIONALIST OBLIGATIONS OF THE HO CHI MINH CITY MILITARY SPECIALIST GROUP IN PHNOM PENH FROM 1979 TO 1988

Assoc. Prof. Dr. Ho Son Dai
Department of History, Ho Chi Minh City University of Education
Dr. Duong To Quoc Thai
Dong Thap University, Vietnam
https://orcid.org/0009-0008-1929-3751

ABSTRACT

Following the campaign to defend the Southwest border and pursuant to the Treaty of Peace, Friendship, and Cooperation between Vietnam and Cambodia, the armed forces of Ho Chi Minh City deployed to Cambodia for internationalist missions under the direction of Military Region 7 Command. Specifically, the Ho Chi Minh City Military Control Force was assigned to the sister city of Phnom Penh. Acting as both a military unit and a body of military specialists, the force successfully executed combat operations to sweep the Pol Pot – Ieng Sary remnants while establishing a control system to protect key political, economic, and socio-cultural targets. Their efforts ensured political security and social order, facilitated the return of Phnom Penh's residents to their homes, and supported the development of revolutionary forces alongside the recovery of local production. These contributions were instrumental to the rebirth and development of Phnom Penh, further consolidating the enduring and loyal solidarity between the militaries and peoples of Vietnam and Cambodia.

Keywords: *Ho Chi Minh City, Phnom Penh, Military Control, Military Contingents, Military Specialists, Internationalist Obligations.*

METHODOLOGY FOR THE FORMATION OF SPEECH COMPETENCE OF PRIMARY SCHOOL STUDENTS BASED ON AN INTEGRATIVE APPROACH

Lobar Mukhtarova
Associate Professor, faculty of Pedagogy, Termez State Pedagogical Institute
Dilshoda Chorshanbiyevna Mamatraimova
Teacher of the Department of Primary Education Methodology, Termez State Pedagogical Institute

Abstract:
This article provides an in-depth analysis of the methodological foundations for developing speech competence in primary school students through an integrative approach. Integrative teaching combines various subject areas, creating a holistic learning environment that enhances students' linguistic, communicative, and cognitive abilities. By linking language instruction with subjects such as reading literacy, environmental studies, visual arts, and technology, the integrative approach strengthens students' motivation and supports natural speech development.

Findings demonstrate that the integrative approach significantly improves students' speech activity, coherence, grammatical accuracy, and cultural awareness, thereby fostering a more meaningful and context-driven language acquisition process.

Keywords: primary education, integrative approach, speech competence, communicative development, cross-curricular integration.

Introduction. Speech competence is one of the main criteria for the linguistic, communicative, and social development of each student at the stage of primary education. In the context of modern globalization and the information society, children's speech culture, the ability to clearly and understandably express their thoughts, and the potential for communication not only increase the effectiveness of the educational process, but also are an important factor in preparing them for future social and academic activities. Therefore, the formation and development of speech skills is considered one of the priority tasks of preschool and primary education.

In recent decades, pedagogical research has been aimed at identifying effective methods for the development of speech competence, including an integrative approach. An integrative approach means combining language teaching with other subjects, enriching the learning process through games, practical exercises, projects, and interactive tasks. This method helps children not only acquire grammatical knowledge, but also develop skills in applying it in real communication situations.

Also, the integrative approach allows students to develop skills in understanding interdisciplinary connections, creative thinking, independent decision-making, and teamwork. For example, environmental, mathematics, or visual arts activities combined with in the modern education system,

along with the introduction of interactive and integrative methods, students' speech activity, listening comprehension, vocabulary, and communication skills are being systematically developed. Therefore, the integrative approach is one of the main directions of modern pedagogical research in the formation of speech competence of primary school students.

This article is aimed at studying the theoretical foundations, methodological principles, and practical developments of this process and systematically covers effective methods of forming students' speech competence. The research results show the didactic effectiveness of the integrative approach, the

Literature review. The issue of forming the speech competence of primary school students has been researched for many years in the fields of pedagogy and linguistics. In recent decades, research in this area has significantly intensified. Researchers, including Bruner (1966), Vygotsky (1978), and Piaget (1970), emphasized the importance of activity and context in the formation of .Also, domestic researchers such as Makhmudova (2015), Karimova (2018) studied the practical aspects of the formation of speech competence in primary education.

According to their results, integrative lessons are an effective tool for increasing children's vocabulary, developing listening comprehension skills, and strengthening communication skills. Studies show that children better master speech activity through games, projects, experiments, and interactive activities, which also stimulates their creative thinking abilities.

International experience also confirms the effectiveness of the integrative approach. For example, Coyle (2007) and Mehisto (2010) showed that using the CLIL (Content and Language Integrated Learning) methodology, children can learn language in real contexts, understand interdisciplinary connections, and enhance speech activity. This approach enriches children not only with knowledge, but also with communicative and cultural skills.In recent years, Mamatraimova (2021) scientifically analyzed the effectiveness of the integrative approach in the formation of speech competence in primary school students. The research results showed that the integrative method significantly expands students' vocabulary, develops listening comprehension and communication skills, and also increases interest in lessons.At the same time, the analysis of the literature shows that the integrative approach to the formation of speech competence has not only pedagogical, but also scientific significance. It serves not only to develop language skills, but also to form children's creative thinking, independent decision-making, and interdisciplinary understanding. From this point of view, the analysis of the literature confirms the integrative approach as one of the most effective methodological tools for primary school pedagogy.

Research methodology. The issue of forming speech competence in primary school students has long been researched in the fields of pedagogy and linguistics. Analysis of scientific literature shows that one of the effective ways to develop speech competence is the use of an integrative approach. The theories of

cognitive development of Piaget, Vygotsky, and Bruner emphasize that children acquire knowledge through activity and communication, and at the same time, language and speech skills can be formed naturally and effectively. At the same time, Coyle and Mehisto's research shows the importance of implementing language learning through classes integrated with other subjects. This approach not only develops communicative and linguistic skills, but also increases cultural sensitivity and creative thinking.

Previous scientific sources, including articles and monographs on the integrative approach and CLIL methodology, serve as a basis for determining the methods for developing the components of speech competence - vocabulary, listening comprehension, sentence construction, and communication skills. At the same time, the analysis of the literature shows that integrative classes also contribute to increasing students' ability to understand interdisciplinary connections and creative thinking. Methodology of this study is aimed at the practical application of scientific conclusions obtained from the analysis of literature. The object of the study was the speech competence of primary school students, and students aged 7-10 years and practicing teachers were selected as participants. In the study, theoretical and empirical methods were used in harmony. Theoretical methods include literature analysis, philological and stylistic study of the text, and identification of the components of speech competence. Empirical methods include conducting integrative classes in practice, observation, interviews and conversations, as well as collecting and analyzing data obtained through diagnostic tests.

In the process of data analysis, students' speech activity, vocabulary, listening comprehension, and communication skills were systematically recorded. At the same time, the effectiveness of the integrative approach in the lesson process was assessed, and the development of interdisciplinary connections and creative thinking skills was observed. For the reliability of the research, classes were conducted in the same conditions, and groups and methodological tools were standardized. Theoretical and empirical methods were used in combination, and the results were analyzed comparatively. As a result, the combination of literature review and research methodology made it possible to systematically study effective ways of forming the speech competence of primary school students based on an integrative approach. Thus, the positive influence of the integrative methodology on the development of children's speech activity, vocabulary, communication skills, and interdisciplinary connections has been scientifically proven.

Analysis and results. During the study, students' speech competence was assessed through lessons organized on the basis of an integrative approach. During the experimental classes, language learning was combined with other subjects - mathematics, environment, art, and technology. Interactive methods, game technologies, multimedia tools, and visual materials were used in the lessons. In this way, students had the opportunity to use the language in contextual and practical situations.

The results of the observation and diagnostic tests showed that the students in the group using the integrative approach:

- They became more active in speech activity and showed significant growth in the level of independent sentence construction and vocabulary expansion;
- Skills of listening comprehension and interpretation of the text were developed at a high level;

In this way, students were able to use the language in contextual and practical situations.

Analysis based on the results of the empirical study showed that the speech competence of students in the experimental group was developed at a much higher level compared to the group where the integrative approach was not applied. This is explained, first of all, by the interactive nature of the lessons, interdisciplinary integration, and the possibility of using the language in practical situations. In conclusion, the results of the analysis show that the integrative approach is an effective tool in the formation of speech competence of primary school students. This methodology expands students' vocabulary, develops communication skills, strengthens interdisciplinary connections and creative thinking skills, and makes the lesson process interesting and motivational.

Conclusion. In this study, the methodological foundations of the integrative approach in the process of forming the speech competence of primary school students were studied. The research results showed that the organization of language learning in integration with other disciplines serves the effective development of students' communicative, linguistic, cultural, and cognitive skills. Based on the data of empirical observations and diagnostic tests, it was established that the students in the group using the integrative approach: were more active in speech activity, their vocabulary expanded, their abilities to communicate and express their thoughts were developed; interdisciplinary connections and creative thinking skills significantly increased. At the same time, interactive methods, game technologies, and multimedia tools encouraged students to actively participate by making lessons interesting and motivational.

The study showed that the integrative approach is an effective tool not only in the formation of speech competence, but also in the development of students' ability to think independently, make creative decisions, and engage in communication. Therefore, the application of an integrative approach in the process of primary education is of great importance for pedagogical practice.

In conclusion, the integrative methodology allows expanding students' vocabulary, developing their speech activity, and making the lesson process interactive, interesting, and effective. The research results serve to strengthen the theoretical and practical foundations of the widespread introduction of an integrative approach in primary education.

References:

1. Akhmedov, S. Methodology of Primary Education. - Тошкент: Ўқувчи, 2018. - 256 p.
2. Mamatraimova, D. Methodology for the Formation of Speech Competence Based on an Integrative Approach. - Termez: TDPU Publishing House, 2022. - 184 p.
3. Karimov, A. Speech competence and methods of its formation. - Тошкент, 2020. - 210 p.
4. Abdullayeva, N. Development of Linguistic Skills of Primary School Students. - Тошкент: Ўқувчи, 2020. - 192 p.
5. Coyle, D., Hood, P., Marsh, D. CLIL: Content and Language Integrated Learning. Cambridge: Cambridge University Press, 2010. - 276 p.
Piaget, J. The Psychology of Intelligence. New York: Routledge, 2001. - 320 p.
7. Vygotsky, L. Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes. Cambridge, MA: Harvard University Press. - 250 p.
Bruner, J. The Process of Education. Cambridge, MA: Harvard University Press. - 210 p.
9. Mehisto, P. CLIL Principles and Practices. Cambridge: Cambridge University Press.

ANALYSIS OF POLICIES AND RESPONSES TO THE PLASTIC WASTE CRISIS IN INDONESIA

Nurul Amir Syakila
Nur Suqya Rahma
Master of Public Administration, Muhammadiyah University of Makassar

ABSTRACT

The plastic waste crisis in Indonesia has reached an alarming level and has become one of the most urgent environmental challenges in the country. With a population of more than 270 million people, Indonesia is among the largest contributors of plastic waste globally. Each year, millions of tons of plastic waste end up in the oceans, causing severe damage to marine ecosystems. Indonesia's beaches and coastal waters, once known for their natural beauty, are now frequently polluted by plastic debris. Single-use plastics such as bags, bottles, and food packaging are the primary contributors to this crisis.

This article aims to analyze government policies and responses to the plastic waste crisis in Indonesia. A qualitative research design with a descriptive-analytical approach is employed, as the article focuses on descriptive explanations rather than statistical measurements. The sources used include journals, undergraduate theses, and relevant scientific articles. Data analysis was carried out by synthesizing findings from several related studies that align with the scope of this article.

The results indicate that the Indonesian government's efforts in managing plastic waste reflect a strong commitment to addressing a complex environmental issue. Policies such as bans on plastic bags, the development of recycling infrastructure, stricter law enforcement, and public education campaigns are strategic measures to reduce the negative impacts of plastic waste on ecosystems and human health. Partnerships among the government, private sector, and civil society further strengthen these policies, create new economic opportunities in sustainable industries, and encourage behavioral change toward more responsible consumption.

Keywords: Policy, Crisis, Plastic Waste

EFFECTIVENESS OF IMPLEMENTATION OF SOCIAL INCLUSION PROGRAM FOR PERSONS WITH PHYSICAL DISABILITIES AT THE SOCIAL REHABILITY CENTER FOR PERSONS WITH PHYSICAL DISABILITIES (BRSPDF) IN MAKASSAR CITY INDONESIA

Nurul Amira Syakila
Abdul Mahsyar
hyani Malik
Nur Suqya Rahma
Public Administration Science Muhammadiyah University of Makassar

ABSTRACT

This study aims to analyze the effectiveness of the implementation of the Social Inclusion Program for People with Physical Disabilities at the Wirajaya Social Rehabilitation Center for People with Physical Disabilities (BRSPDF) in Makassar City using a five-indicator approach: relevance, efficiency, effectiveness, impact, and sustainability. This study uses a qualitative method with in-depth interview techniques, observation, and documentation studies of people with disabilities, program managers, and other stakeholders. The results of the study indicate that the program has high relevance to the needs of participants, especially in job skills training such as automotive, sewing, and photography, which are in accordance with the needs of the labor market. In terms of efficiency, the implementation of the program still faces budget and human resource limitations, although the management of activities is quite structured. The effectiveness of the program can be seen from the increase in self-confidence, work skills, and social participation of beneficiaries. However, not all participants have been successfully absorbed into the formal workforce. The impact of the program is marked by changes in community attitudes towards disabilities and increased individual capacity to live independently. Meanwhile, in terms of sustainability, the program still requires strengthening of post-training support, cross-sector collaboration, and funding continuity in order to provide long-term benefits. This study recommends the integration of cross-actor strategies and community-based policies to strengthen sustainable program implementation.

KEYWORDS: Social inclusion; Program Effectiveness; Phusical Disabilities

INTRODUCTION

Human beings, by nature, are social creatures endowed with the inherent need to connect with others and their environment (Wolf & Tomasello, 2023). This social nature fosters continuous interaction and communication, allowing individuals to engage in reciprocal relationships that are essential to societal functioning (De Stefani & De Marco, 2019). However, these interactions are not equally accessible to all members of society, particularly for persons with physical disabilities, who often face systemic, structural, and social barriers to full inclusion.

Globally, over one billion people live with some form of disability, accounting for approximately 15% of the world's population (World Health Organization [WHO], 2011). Of these, nearly 80% reside in developing countries and are more likely to live below the poverty line, experiencing limited access to

education, health care, employment, and social protection (Manikka Sari & Siagian, 2022). Persons with disabilities (PWDs), especially those with physical impairments, are often marginalized and stereotyped as dependent, burdensome, and incapable of leading independent lives (Pelleboer-Gunnink et al., 2021).

Recognizing these inequalities, the Government of Indonesia enacted Law No. 8 of 2016 concerning Persons with Disabilities, which mandates equal rights, accessibility, protection, and empowerment for PWDs without discrimination. This law reflects Indonesia's commitment to upholding human rights principles aligned with international frameworks, such as the United Nations Convention on the Rights of Persons with Disabilities (UNCRPD). At the local level, the Makassar City Regional Regulation No. 6 of 2013 further mandates inclusive practices and shared responsibility among government, civil society, and communities in fulfilling the rights of persons with disabilities.

To operationalize these mandates, the Ministry of Social Affairs of the Republic of Indonesia established the Social Rehabilitation Center for Persons with Physical Disabilities (BRSPDF) Wirajaya in Makassar, which serves as a center for empowerment and skill development for individuals with physical disabilities in Eastern Indonesia. One of the flagship programs at BRSPDF is the Praktek Belajar Kerja (PBK) or Work-Based Learning Program, which provides beneficiaries with vocational training in areas such as automotive repair, tailoring, electronics, printing, photography, and makeup artistry (Hashemi et al., 2022). The goal is to enhance self-confidence, practical skills, and ultimately economic independence among the participants.

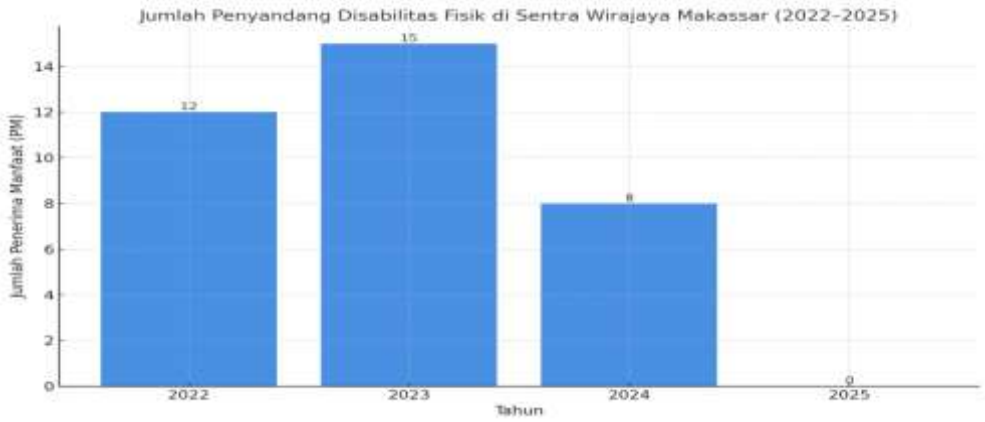
Despite the potential of such programs, recent data from 2022 to 2024 show a concerning trend. While 15 beneficiaries were enrolled in 2023, the number sharply dropped to only 8 in 2024, and no data has been recorded for 2025. This decline may reflect challenges such as shifting policy priorities, inadequate coordination, or insufficient stakeholder involvement. These issues underscore the importance of systematically evaluating the effectiveness of program implementation using empirical evidence and participatory approaches.

The persistence of stigmatization and societal perceptions that view persons with disabilities as incapable further exacerbate the barriers to inclusion (Saran et al., 2023). As such, disability is often misinterpreted as a complete loss of potential, ignoring the fact that every individual possesses unique abilities that can contribute meaningfully to society (Ramoglou & Gartner, 2023). Therefore, a shift in both mindset and policy is crucial—disability must not be seen as an absence of ability but as a condition that demands adaptive, inclusive support systems.

According to Dunn (2018) and Robbins (2016), the effectiveness of public programs can be measured through dimensions such as goal achievement, stakeholder satisfaction, and sustainable impact. In the context of disability inclusion, this means assessing whether programs like PBK effectively enhance

participants' access to employment, social participation, and autonomy. Moreover, inclusive strategies should be based on comprehensive data and involve active participation from the disabled community itself in planning, implementation, and evaluation.

In light of these conditions, this study aims to explore and evaluate the effectiveness of the implementation of the social inclusion program for persons with physical disabilities at BRSPDF Wirajaya Makassar. The research is expected to provide policy-relevant insights that contribute to the development of inclusive, equitable, and sustainable approaches to social rehabilitation for persons with physical disabilities in urban Indonesia.



The graph above shows the development of the number of people with physical disabilities who are beneficiaries (PM) at Sentra Wirajaya Makassar during the period 2022 to 2025. In 2022, there were 12 beneficiaries. This number increased in 2023, which was 15 people, which was the highest number in the observed period. However, in 2024 there was a significant decline, with only 8 beneficiaries. Meanwhile, in 2025 it has not been attached. The sharp decline from 2024 to no beneficiaries in 2025 could be an indicator of a change in policy, a shift in program focus, or obstacles in the implementation of social inclusion programs at Sentra Wirajaya. Therefore, evaluation and follow-up need to be carried out to ensure the continuity and sustainability of services for people with physical disabilities in Makassar. (Hashemi et al., 2022)

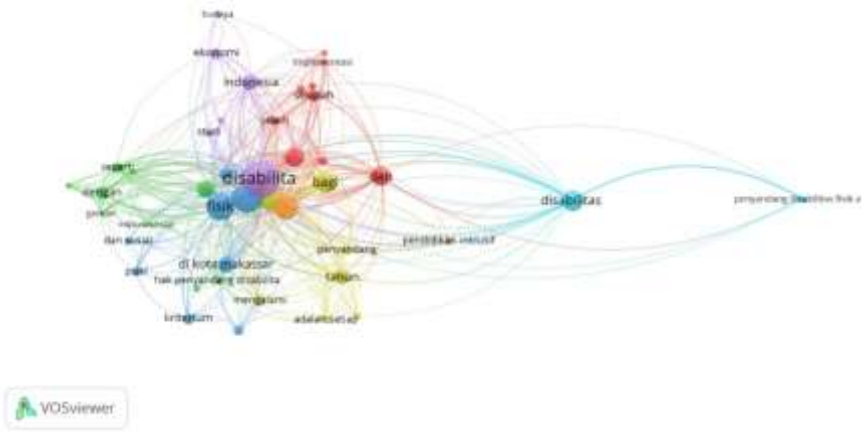
According to Law Number 8 of 2016 concerning Persons with Disabilities, a person is considered to have a disability if they experience long-term physical, intellectual, mental, and/or sensory limitations that, when interacting with the environment, can result in obstacles and difficulties in fully and effectively participating with other citizens based on equal rights. (Alizah et al., 2023)

The implementation of Makassar City Regional Regulation No. 6 of 2013 on the Fulfillment of the Rights of Persons with Disabilities requires the people of Makassar City to take responsibility and actively participate in providing assistance, advice, and opportunities to the city government as the technical executor and persons with disabilities, including the provision of supporting facilities. In addition, the

fulfillment of the rights of persons with disabilities also. involves the central government, provincial government, regency/municipal government, and community institutions through cooperation and partnership to achieve these goals in Makassar City.

The gap that occurs is that the common stigma ingrained in the minds of society today is that people with disabilities are weak and burdensome. This stigma then arises because many people with disabilities, such as those with physical disabilities, are often found begging in crowded places. (Saran et al., 2023) Therefore, the presence of this research is expected to provide some reinforcement that individuals with disabilities can also receive guidance and training based on their potential, so that with that potential, they are expected to live their lives better. The author assumes that no human being is born without potential, so disability is not a state where all the potential for creativity possessed by a person is extinguished. This is because humans are beings endowed with many potentials. Thus, the opportunity to create is always present for every (human) being alive. (Ramoglou & Gartner, 2023)

Therefore, the revision of inclusion policies must involve a more comprehensive, data-driven approach, and actively engage the participation of the disabled community itself. Persons with disabilities must be given space to voice their needs and perspectives in the policy planning process, so that the resulting policies can truly address the issues they face. In addition, there needs to be an improvement in coordination between local governments, the private sector, and the community in implementing inclusive policies, with an emphasis on the importance of providing disability-friendly public facilities and empowerment programs that can enhance the independence of persons with disabilities.



Based on the bibliometric visualization from VOSviewer showing the relationship between keywords in the literature related to physical disabilities and social inclusion programs, there are several research gaps that can be identified. First, there is a lack of focus on program implementation as indicated by the lack of connection between the word “implementation” and “physical” or “disabled”. This shows that studies on how the implementation of social inclusion programs is carried out in practice are still lacking. Second, although there are keywords related to location, this analysis only covers one area, namely the city of Makassar.

Therefore, there are limitations in research based on a specific regional context, while a local approach is very important to understand the different dynamics in each region. Third, the psychosocial and economic impacts of social inclusion programs for people with physical disabilities are also rarely discussed. The words “psych” and “economic” that appear in this analysis are less connected to other words, indicating that the psychological and economic impact aspects of the program have not been widely studied. Finally, the lack of integration with local culture is another gap, where the word “culture” appears very rarely and is not strongly connected to other keywords, indicating that the cultural aspect in the implementation of inclusion programs is still very under-explored.

Literature Review

Social inclusion is a process that ensures that every individual, regardless of physical, social, or economic differences, has the same opportunity to actively participate in social, economic, and political life. According to Silver (2015), social inclusion encompasses various aspects of community life aimed at eliminating barriers that hinder full participation of individuals, including those with disabilities.

Social inclusion is a systematic process aimed at eliminating barriers, whether physical, social, or cultural, that prevent individuals or certain groups from fully participating in community life. (Nwachi, 2021). In the context of people with disabilities, social inclusion refers to efforts to create an inclusive society where the rights and dignity of people with disabilities are respected and supported. This process aims to create a society that not only accepts diversity but also empowers all individuals to live independently and with dignity (Martínez-Medina et al., 2022).

Social inclusion is an approach oriented towards eliminating inequality by ensuring that every individual, including persons with disabilities, has equal access to resources, opportunities, and public services. (Saran et al., 2023). This approach not only includes the removal of physical barriers such as infrastructure accessibility but also social barriers, such as stigma, stereotypes, and discrimination often faced by vulnerable groups. In the context of people with disabilities, social inclusion emphasizes the importance of creating active participation spaces, where they have a voice in the decision-making process, whether in families, communities, or public policies. (Carnemolla et al., 2021)

This process requires collaboration from various parties, including the government, civil society, organizations for people with physical disabilities, and the private sector, to ensure that the physical and social environment is designed with the principle of inclusivity. (McDonald et al.,2022). Effective social inclusion policies and programs involve adjustments to public policies, such as the implementation of inclusive education, disability-friendly healthcare services, and equal job opportunities. Moreover, the removal of cultural barriers, such as societal norms and values that tend to view people with disabilities as burdens, is also an important part of social inclusion strategies. (Woodgate et al., 2020)

Through social inclusion, persons with disabilities are not only expected to access their rights equally but also to develop their potential optimally. (Harb & Sidani, 2022) This effort supports the realization of an inclusive society, where diversity is valued as a strength and contribution of each individual, regardless of physical or mental limitations, and is considered important for sustainable social development. Social inclusion ultimately becomes the foundation for the creation of equality, justice, and empowerment in a more resilient and humane society. (Duvendack & Mader, 2019) Another definition of social inclusion is proposed by the European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions (2003), which defines it as "the process of improving the conditions of individuals and groups in society, especially those in vulnerable positions, to ensure full participation in social and economic life."The World Bank (2013) defines social inclusion as "the process of enhancing the capabilities, opportunities, and dignity of individuals and groups who are disadvantaged due to social and economic conditions to participate in society." Sen (2000) added that social inclusion not only involves economic aspects but also political and cultural ones, where individuals have the freedom to live a life they value without discrimination or social barriers.

RESEARCH METHODS

His study employs a qualitative descriptive approach supported by quantitative methods to assess the effectiveness of the social inclusion program for persons with physical disabilities at BRSPDF Wirajaya, Makassar. Data were collected using several techniques, including in-depth interviews, non-participatory observations, document analysis, and questionnaires. The interviews were conducted with program managers, vocational instructors, and beneficiaries to gain insights into their experiences, perceptions, and challenges during the implementation of the inclusion program. Observations were conducted directly at the rehabilitation center to examine the accessibility of facilities, interaction patterns, and the implementation of daily training activities. Document analysis was used to review relevant policy documents, internal reports, and government regulations such as Law No. 8 of 2016. In addition, a structured questionnaire using a Likert scale was distributed to program beneficiaries to measure their satisfaction levels and perceived progress in social and economic aspects.

The data used in this research came from both primary and secondary sources. Primary data were obtained directly from the field through interviews, observations, and questionnaire results. Secondary data were collected from institutional archives, academic literature, statistical records, and policy documents related to disability and inclusion programs. Data analysis was carried out in two phases: qualitative and quantitative. Qualitative data were analyzed using the interactive model developed by Miles and Huberman (1994), which involves three key components: data reduction, data display, and conclusion drawing. This model helps in organizing and interpreting large amounts of narrative data systematically. On the other hand, to strengthen the qualitative findings, a correlation analysis was conducted to determine the relationship between training participation and the level of independence or self-confidence among the beneficiaries.

RESULTS AND DISCUSSIONS

1) Social rehabilitation guidance

Especially in the form of physical and mental guidance, it is the main foundation in the empowerment process of individuals with physical disabilities at the Social Rehabilitation Center for Individuals with Physical Disabilities (BRSPDF) Wirajaya Makassar. Research findings indicate that this process does not only focus on the physical aspect, but also touches on the psychological and spiritual dimensions that are integrated into the personality of each beneficiary.

The process of mental guidance aims to build self-confidence, restore self-esteem, and strengthen the emotional stability of individuals with disabilities. This is in line with the view of (Robed Setiyawan, 2022) which emphasizes that an individual's performance and participation are greatly influenced by their mental state and intrinsic motivation. With a positive mental state, opportunities arise for individuals with disabilities to embrace change and empower themselves.

Meanwhile, physical guidance does not only mean physical recovery in the medical sense, but also adapting to existing limitations and training skills relevant to the body's condition. In this context, the approach taken by BRSPDF Wirajaya reflects the principles of holistic rehabilitation, where individuals are viewed as a whole and not just based on their disabilities.

Interviews with two key informants reinforce that this guidance is conducted in a structured and systematic manner. The emphasis on spiritual and social aspects also adds value to the approach used. This shows an awareness that empowerment cannot succeed without a change from within the disabled individuals themselves, which is partly triggered by feelings of being valued, accepted, and given hope for life.

From the perspective of inclusive social strategic management, this physical and mental guidance plays a crucial initial role. Without this stage, further empowerment strategies will face obstacles because the beneficiaries do not yet have the mental and physical readiness to develop. Here it is evident that the

function of rehabilitation institutions is not only as a place for technical services but also as agents of change that encourage a paradigm shift in individuals with disabilities.

Conceptually, this aligns with Abraham Maslow's theory of the hierarchy of needs, where basic needs for safety, love, and esteem must be met first before an individual can self-actualize. Physical and mental guidance serves as a medium to fulfill these needs for individuals with disabilities, providing them with a strong foundation to move on to the next phase of empowerment.

2) Social Guidance

Social guidance is one of the important stages in the social rehabilitation process for individuals with physical disabilities. The goal is to guide individuals in establishing healthy and productive social relationships, as well as strengthening their self-identity as part of society. The research results show that the social guidance conducted at the Social Rehabilitation Center for Physically Disabled Persons (BRSPDF) Wirajaya Makassar focuses on fostering social attitudes based on solidarity, togetherness, and social responsibility.

This aligns with the social needs theory (Azri, & Ehsan, 2025), where after basic needs are met, humans will seek a sense of belonging and love, which in this context is realized through meaningful social interactions. In social guidance, individuals with disabilities are given space to interact, share experiences, and foster a sense of belief that they are socially accepted, which in turn strengthens their internal motivation to contribute to community life.

Interviews with the community center officials confirm that social guidance not only aims to foster cooperative attitudes but also plays a role in helping individuals with disabilities solvsocial problems both individually and collectively. This approach is relevant to the social learning model by Duvdevany (2002), which states that human behavior is learned from the social environment through observation and interaction. Therefore, creating an inclusive social environment will have a significant impact on changing the behavior and self-perception of individuals with disabilities.

Social guidance also helps individuals with disabilities find meaning in life—specifically, for whom and with whom they live, as stated by the research informants. This reflects an existential approach in social practice, which emphasizes the importance of meaning and interpersonal relationships as sources of empowerment (Hopson et al., 2023). When individuals with disabilities understand their roles within social networks, they find it easier to integrate into society. Furthermore, observational results showing fair and non-discriminatory treatment.

Resocialization Guidance

Resocialization guidance is one of the important aspects of rehabilitation services provided to individuals with physical disabilities at the Social Rehabilitation Center for Persons with Physical Disabilities

(BRSPDF) Wirajaya Makassar. The goal of resocialization is for individuals with disabilities to adapt to the workforce or start their own businesses after completing the provided skills training. According to Ayyub, Head of the Assessment and Social Advocacy Section at BRSPDF Wirajaya Makassar, beneficiaries are trained in various skills, such as sewing, electronics, screen printing, automotive, photography, makeup, and carpentry. This training is provided on a structured schedule, but after the training period, beneficiaries are expected to independently develop these skills and strive to start their own businesses. This resocialization guidance is designed to be sustainable and gradual.

Evaluation (Monitoring)

Monitoring and evaluation are crucial factors in the success of social rehabilitation programs, especially those focused on individuals with disabilities. For example, research by Wijaya and (Herawati, Ismudiyati, & Nurusshobah, 2024) revealed that effective monitoring in social rehabilitation programs can enhance service quality by providing valuable insights into the strengths and weaknesses in program implementation. They highlight the importance of feedback obtained from evaluations to design necessary changes in the applied approach, so that it can better meet the needs of individuals with disabilities.

Additionally, research by (Aprilianzah & Bantarti, 2020) on the evaluation of social rehabilitation programs in several social welfare institutions also underscores the role of monitoring in identifying obstacles and opportunities to enhance service effectiveness. They found that programs implemented without thorough evaluation tend to experience stagnation in service quality. This indicates that structured and continuous evaluations enable program managers to adjust the methods and strategies used to support the success of social rehabilitation. In the context of social rehabilitation programs for persons with disabilities, research by Indrawati and Halim (2021) also supports the importance of monitoring in ensuring that persons with disabilities acquire relevant and implementable skills.

Termination

Setiawan and Astuti (2020) in the journal Jurnal Sosial & Pekerjaan Sosial, state that termination in the social rehabilitation process is not merely the severance of the relationship between social workers and clients, but an important transition phase that must be carried out in a structured and planned manner so that individuals who have received services can independently perform their social functions in the community. This study emphasizes the importance of continuous post-termination monitoring to ensure that clients' independence progresses consistently.

Additionally, research by Nurhayati (2019) in the Journal of Social Research shows that the termination process, accompanied by support during social reintegration, including reporting to local social agencies and providing transportation, can enhance clients' success in maintaining their skills and social empowerment within the community. This is in line with the termination mechanism implemented by

BRSPDF Wirajaya Makassar as explained by Ayyub, which involves reporting and assistance to the beneficiaries' home regions.

Thus, it can be concluded that termination is not merely the ending of services, but an integral part of the empowerment process for persons with disabilities, emphasizing continuity, independence, and the strengthening of social functions. The existence of previous studies further reinforces the importance of a humane and strategic termination phase in social rehabilitation programs.

Further Guidance

Further guidance is one of the important stages in the social rehabilitation process for persons with disabilities. As explained by Ayyub, follow-up guidance plays a role in ensuring that the referrals suggested during the termination process can be well implemented by persons with disabilities after they return to their family and community environments. The main objective is to provide support to overcome obstacles that may arise in the implementation of skills acquired during training.

Relevance

Based on the results of the interview with the BRSPDF Makassar City, the social inclusion programs implemented at this institution have proven to be relevant to the needs of individuals with physical disabilities. The programs designed, such as skills training, social coaching, and psychosocial support, are structured based on an initial assessment that includes interviews, observations, and the completion of social assessment forms. This is in line with the research conducted by Mulyana (2018), which shows that the success of social rehabilitation programs highly depends on how well the programs are designed according to the comprehensive assessment results of the conditions and needs of persons with disabilities. Research by Nugroho (2020) also supports this statement, emphasizing the importance of a person-centered approach in rehabilitation, which ensures that each person with disabilities receives a program tailored to their physical and psychosocial conditions. Furthermore, Kartika and Rachmawati (2019) emphasize the importance of continuous interventions that are responsive to the changing needs of participants, as reflected in BRSPDF's policy to conduct regular monitoring and evaluation.

Efficiency

Based on the results of research and interviews with several parties at BRSPDF Makassar City, the efficiency of the implementation of the social inclusion program has been assessed to show quite good achievements in resource management. The program is implemented by maximizing the potential of professional staff such as social workers, psychologists, skill instructors, and facilitators, as well as optimally utilizing the available facilities. This step demonstrates efficiency in utilizing human resources and physical facilities, even though it still faces limitations in the number of technical staff compared to the number of beneficiaries.

This statement is supported by AS and RZA, who emphasize the efforts of cross-sector synergy as well as the use of digitalization approaches and collaboration with external parties such as NGOs and volunteers to overcome these limitations. This is in line with the research conducted by Hartati (2019), which states that the efficiency of social programs can be achieved by strengthening inter-agency synergy and optimizing available human resources through training and internal capacity building. Additionally, a study by Permana and Lestari (2020) shows that efficiency in social service programs is greatly influenced by the institution's ability to manage budgets, infrastructure, and managerial flexibility in facing logistical and technical limitations.

These findings are supported by Prasetyo's (2018) research, which states that the use of information technology in social services contributes to time efficiency and transparency in program implementation. Therefore, although there are still challenges such as limited tools, inadequate training space, and technical constraints in logistics procurement, in general, BRSPDF has applied the principle of efficiency in various aspects of implementing social inclusion programs. However, efficiency improvements are still needed, especially in strengthening training infrastructure and adjusting the managerial system to the dynamics of field needs.

Effectiveness

Based on the results of interviews and research findings, the effectiveness of the implementation of the social inclusion program at BRSPDF Makassar City shows a significant achievement in reaching the program's objectives, particularly in terms of increasing independence, self-confidence, life skills, and social participation for individuals with physical disabilities. Statements from ST, AS, and RZA, as internal officials of BRSPDF, consistently emphasize that the indicators of program success are reflected in the positive transformation of beneficiaries, both individually and socially.

This is reinforced by field data showing that participants have successfully started their own businesses, returned to work, and become active in the community. This effectiveness is also supported by the presence of periodic monitoring and evaluation processes conducted both by internal teams and external parties from the Ministry of Social Affairs. These findings are in line with the research by Widiastuti (2018), which states that social rehabilitation programs based on individual needs and accompanied by intensive support tend to be more effective in producing behavioral changes and increasing the independence of persons with disabilities. In addition, the research by Putra and Rachmawati (2020) also revealed that the effectiveness of social programs is determined by the continuity between training, psychosocial support, and access to economic opportunities post-training.

Impact

Based on the results of interviews and field observations, the implementation of the social inclusion program at BRSPDF Makassar City has a significant impact on the psychological, social, and economic aspects for individuals with physical disabilities. ST, AS, and RZA agree that the participants have shown an increase in self-confidence, independence, and the ability to actively interact with their social environment. Psychologically, the program has successfully changed the participants' self-perception, from dependency to being more independent and optimistic. Socially, they are more active in the community, better accepted by society, and even become an inspiration for other people with disabilities. Meanwhile, economically, there are positive indications in the form of usa.

CONCLUSIONS

Based on the research results regarding the effectiveness of the implementation of the social inclusion program for individuals with physical disabilities at the Social Rehabilitation Center for Individuals with Physical Disabilities (BRSPDF) Wirajaya Makassar, it can be concluded that, in general, the implementation of this program has shown a fairly good level of effectiveness. The social inclusion program implemented by the center reflects the government's efforts to achieve equality and empowerment for people with disabilities, particularly in the social and economic domains. The implementation of the program has met most of the effectiveness indicators used in this study, including goal achievement, integration, and adaptation.

In terms of achieving objectives, the center has successfully provided services that meet the needs of participants, such as job skills training, social rehabilitation, and personal capacity building through various psychosocial approaches. This shows that the program is capable of enhancing the self-confidence and independence of individuals with physical disabilities, both individually and within the context of community life. In addition, this program also provides technical skills relevant to the job market, which ultimately opens up broader economic opportunities for the beneficiaries. In terms of adaptation, the program is able to adjust to various conditions and needs of the participants, whether in terms of age, level of disability, or educational background. The training materials have been adjusted to the abilities and potential of each participant. However, challenges are still encountered in the aspects of limited facilities and infrastructure, as well as the shortage of professional and trained mentors. This factor affects the less than optimal process of learning and continuous development. Therefore, the effectiveness of the implementation of the social inclusion program at BRSPDF Wirajaya Makassar can be categorized as quite effective, but it still requires various improvements and strengthening in certain aspects to achieve optimal and sustainable results.

REFERENCES

Achidsti, A. (2022). *Home - Based Women Workers Vulnerability during the COVID - 19 : A Gen- dered*

Perspective of Political Economy. *26*(May), 59–71.

Ahdiyana, M., Andari, S., Listyawati, A., & Mardiyati, A. (2021). Collaborative Governance in Realizing An Inclusive Workforce for People with Disabilities to Achieve Sustainable Development Goal's. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *884*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/884/1/012020

Alizah, B., Ilmiawati, D., Trisnawati, A., & Mawar, M. (2023). Analisis Kebijakan Pekerja Penyandang Disabilitas Menurut UU No. 8 Tahun 2016 pada Sektor BUMN. *Journal on Education*, *5*(3), 8627–8639. https://doi.org/10.31004/joe.v5i3.1653

Aydın, G., Nyadera, I. N., & Önder, M. (2020). Strategic Management in Turkey's Public Sector: Reforms and Application Issues. *Public Organization Review*, *20*(4), 719–734. https://doi.org/10.1007/s11115-020-00463-8

Carnemolla, P., Robinson, S., & Lay, K. (2021). Towards inclusive cities and social sustainability: A scoping review of initiatives to support the inclusion of people with intellectual disability in civic and social activities. *City, Culture and Society*, *25*, 100398. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ccs.2021.100398

De Stefani, E., & De Marco, D. (2019). Language, gesture, and emotional communication: An embodied view of social interaction. *Frontiers in Psychology*, *10*(SEP), 1–8. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02063

Dude, H., U. Puluhulawa, F., & Mirantie, N. (2020). Pemenuhan Hak Pendidikan Bagi Penyandang Disabilitas Perspektif Hukum Nasional dan Hukum Islam. *Al-Mizan (e-Journal)*, *16*(1 SE-Articles), 153–176. https://doi.org/10.30603/am.v16i1.1831

Duvendack, M., & Mader, P. (2019). Impact of financial inclusion in low- and middle-income countries: A systematic review of reviews. *Campbell Systematic Reviews*, *15*(1–2), e1012. https://doi.org/https://doi.org/10.4073/csr.2019.2

Dwi Oktavallyan Saputri. (2023). Fasilitas Pejalan Kaki bagi Penyandang Disabilitas pada Jalur Pedestrian di Lapangan Merdeka Kota Bengkulu. *Inklusi*, *9*(2), 125–144. https://doi.org/10.14421/ijds.090201

Fernández-i-Marín, X., Hinterleitner, M., Knill, C., & Steinebach, Y. (2024). Policy growth, implementation capacities, and the effect on policy performance. *Governance*, *37*(3), 927–945. https://doi.org/10.1111/gove.12816

George, B., Walker, R. M., & Monster, J. (2019). Does Strategic Planning Improve Organizational Performance? A Meta-Analysis. *Public Administration Review*, *79*(6), 810–819. https://doi.org/10.1111/puar.13104

Harb, B., & Sidani, D. (2022). Smart technologies challenges and issues in social inclusion – case of disabled youth in a developing country. *Journal of Asia Business Studies*, *16*(2), 308–323. https://doi.org/10.1108/JABS-10-2020-0389

Hashemi, G., Wickenden, M., Bright, T., & Kuper, H. (2022). Barriers to accessing primary healthcare services for people with disabilities in low and middle-income countries, a Meta-synthesis of qualitative studies. *Disability and Rehabilitation*, *44*(8), 1207–1220. https://doi.org/10.1080/09638288.2020.1817984

Irmanto, A., & Ridwan, M. (2021). Analisis Tentang Pentingnya Rencana Strategis Organisasi (Analysis of the Importance of Organizational Strategic Plans). *International Journal of Indragiri*, *1*(1), 1–7.

Izza, V. N., & Aslami, N. (2022). Implementing an Internal Control Strategy for the Performance of Public Sector Organizations. *Journal of Social Research*, *1*(2), 81–90. https://doi.org/10.55324/josr.v1i2.27

Jolley, E., Lynch, P., Virendrakumar, B., Rowe, S., & Schmidt, E. (2018). Education and social inclusion of people with disabilities in five countries in West Africa: a literature review. *Disability and Rehabilitation*, *40*(22), 2704–2712. https://doi.org/10.1080/09638288.2017.1353649

Lang, R., Schneider, M., Kett, M., Cole, E., & Groce, N. (2019). Policy development: An analysis of disability inclusion in a selection of African Union policies. *Development Policy Review*, *37*(2), 155–175. https://doi.org/10.1111/dpr.12323

MacDonald, A., Clarke, A., Huang, L., & Seitanidi, M. M. (2019). Partner strategic capabilities for capturing value from sustainability-focused multi-stakeholder partnerships. *Sustainability (Switzerland)*, *11*(3), 1–19. https://doi.org/10.3390/su11030557

Manikka Sari, N. P. A. C., & Siagian, T. H. (2022). Welfare Index of Person with Disabilities in Indonesia, 2018. *Proceedings of The International Conference on Data Science and Official Statistics*, *2021*(1 SE-Applied Statistics), 632–644. https://doi.org/10.34123/icdsos.v2021i1.225

Martínez-Medina, A., Morales-Calvo, S., Rodríguez-Martín, V., Meseguer-Sánchez, V., & Molina-Moreno, V. (2022). Sixteen Years since the Convention on the Rights of Persons with Disabilities: What Have We Learned since Then? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *19*(18). https://doi.org/10.3390/ijerph191811646

McDonald, K. E., Gibbons, C., Conroy, N., & Olick, R. S. (2022). Facilitating the inclusion of adults with intellectual disability as direct respondents in research: Strategies for fostering trust, respect, accessibility and engagement. *Journal of Applied Research in Intellectual Disabilities*, *35*(1), 170–178. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jar.12936

Mensah, I. K. (2020). Impact of Government Capacity and E-Government Performance on the Adoption of E-Government Services. *International Journal of Public Administration*, *43*(4), 303–311.

https://doi.org/10.1080/01900692.2019.1628059

Muhajir, H., & Annas, A. (2023). The Impact of the Makassar Recover Program on COVID-19 Response. *Jurnal Kebijakan Dan Administrasi Publik*, *27*(1), 1–15.

Muslim, A., Harun, A., Ismael, D., & Othman, B. (2020). *Management Science Letters*. *10*, 1–12. https://doi.org/10.5267/j.msl.2019.8.020

Nanda, B. C. (2019). Disability and Empowerment: A Reading through the Rights of Persons with Disabilities Act, 2016. *Mind and Society*, *8*(01–02), 18–25. https://doi.org/10.56011/mind-mri-81-2-20193

Nwachi, L. (2021). Relationship between Participation and Social Inclusion. *Open Journal of Social Sciences*, *09*(10), 46–77. https://doi.org/10.4236/jss.2021.910004

Pelleboer-Gunnink, H. A., van Weeghel, J., & Embregts, P. J. C. M. (2021). Public stigmatisation of people with intellectual disabilities: a mixed-method population survey into stereotypes and their relationship with familiarity and discrimination. *Disability and Rehabilitation*, *43*(4), 489–497. https://doi.org/10.1080/09638288.2019.1630678

Rachele, J. N., Wiesel, I., van Holstein, E., Feretopoulos, V., de Vries, T., Green, C., & Bicknell, E. (2020). Feasibility and the care-full just city: Overlaps and contrasts in the views of people with disability and local government officers on social inclusion. *Cities*, *100*, 102650. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102650

Ramoglou, S., & Gartner, W. B. (2023). A Historical Intervention in the “Opportunity Wars”: Forgotten Scholarship, the Discovery/Creation Disruption, and Moving Forward by Looking Backward. *Entrepreneurship: Theory and Practice*, *47*(4), 1521–1538. https://doi.org/10.1177/10422587211069310

Rode, P., & da Cruz, N. F. (2018). Governing urban accessibility: moving beyond transport and mobility. *Applied Mobilities*, *3*(1), 8–33. https://doi.org/10.1080/23800127.2018.1438149

Saran, A., Hunt, X., White, H., & Kuper, H. (2023). Effectiveness of interventions for improving social inclusion outcomes for people with disabilities in low- and middle-income countries: A systematic review. *Campbell Systematic Reviews*, *19*(1). https://doi.org/10.1002/cl2.1316

Vásquez-Gamboa, S. A., García-Ortega, I., & Rodríguez-Ramírez, F. (2020). Análisis de los efectos de la implementación de un software interactivo para la inclusión social de personas con discapacidad y su beneficio en niños del centro de atención múltiple (CAM). *Revista de Educación Básica*, *4*(11), 1–10. https://doi.org/10.35429/jbe.2020.11.4.1.10

Wolf, W., & Tomasello, M. (2023). A Shared Intentionality Account OF Uniquely Human Social Bonding. *Perspectives ON Psychological Science*, 17456916231201796. HTTPS://DOI.ORG/10.1177/17456916231201795

Woodgate, R. L., Gonzalez, M., Demczuk, L., Snow, W. M., Barriage, S., & Kirk, S. (2020). How do peers promote social inclusion of children with disabilities?A mixed-methods systematic review. *Disability and Rehabilitation*, *42*(18), 2553–2579. https://doi.org/10.1080/09638288.2018.1561955

Young, M. E. D. T., Tafolla, S., & Perez-Lua, F. M. (2023). Caught Between a Well-Intentioned State and a Hostile Federal System: Local Implementation of Inclusive Immigrant Policies. *Milbank Quarterly*, *101*(4), 1348–1374. https://doi.org/10.1111/1468-0009.12671

ANALYZING LEVI STRAUSS & CO.'S CASH FLOW, CAPITAL STRUCTURE, AND SHAREHOLDER RETURNS IN 2024

NINDYA RESKA PUTRI
Universitas Lampung, Faculty of Economics and Business, Accounting Department, Bandar Lampung-Indonesia
RAYA SHAKILA HANNA
Universitas Lampung, Faculty of Economics and Business, Accounting Department, Bandar Lampung-Indonesia

Abstract

This paper provides a financial analysis of Levi Strauss & Co., focusing on its cash flow performance, capital structure management, and shareholder return initiatives for fiscal year 2024. Using data from the company's 2024 Annual Report, the study evaluates the ability to generate liquidity, maintain financial stability, and create long-term value for shareholders amid a volatile global retail environment. The analysis reveals that LS&Co. achieved a record adjusted free cash flow of $671 million in 2024, reflecting enhanced operational efficiency, disciplined cost control, and improved gross margins driven by stronger performance in its direct-to-consumer (DTC) segment. These actions demonstrate LS&Co.'s commitment to a balanced capital allocation strategy that rewards investors while preserving resources for strategic business investments. The paper also examines the company's capital structure decisions, highlighting how LS&Co. manages liquidity, debt obligations, and investment priorities to support sustainable growth. Overall, the findings show that LS&Co. has maintained a stable, forward-looking financial posture, leveraging positive cash flows and prudent capital structure management to navigate industry uncertainties while delivering higher returns to shareholders.

Keywords: Cash Flow, Capital Management, Shareholder Return

Introduction

In an increasingly turbulent retail environment worldwide, how firms can ensure long-term cash flow generation, optimize capital structure, and deliver consistent returns to shareholders has become a dominant preoccupation of scholars and practitioners alike in the realm of corporate finance. The apparel industry, with its fierce competition, cyclical demand, complex supply chains, and sensitivity to macroeconomic fluctuations, offers a highly relevant context for evaluating how financial strategy underpins long-term firm value. It is against this backdrop that Levi Strauss & Co. (LS&Co.), one of the world's most established branded apparel companies, presents an instructive case study for investigating the interplay between cash flow management, capital structure choices, and shareholder value creation.

Cash flow performance is widely considered a key indicator of the financial health and operational efficiency of a firm. Unlike earnings based on accounting principles, cash flows more accurately reflect the ability of a firm to finance operations, service debt, invest in growth opportunities, and return capital to shareholders. Previous research has highlighted that strong and stable cash flows from operations and free cash flows increase financial flexibility and lower dependence on external financing, especially during periods of economic uncertainty (Dechow et al., 2010; Penman, 2013). In consumer-oriented companies like LS&Co., successful cash flow generation is highly related to inventory management, cost control, price realization, and channel strategy, which includes the increasing importance of DTC business models.

The management of capital structure is another core dimension of corporate financial strategy. The trade-off theory and pecking order theory present theoretical perspectives on how firms seek an optimal balance of debt and equity with the objective of minimizing the cost of capital while retaining financial flexibility. In practice, capital structure decisions depend not only on tax factors and risk of bankruptcy but also on the nature of the industry, volatility of cash flow, and priorities of strategic investment. For firms competing in turbulent retail markets, contingent leverage management and liquidity retention are vital to resist shocks in demand and supply and to support their strategic investments.

Shareholder return policies, including dividends and share repurchases, represent one of the main ways in which firms communicate their financial strength and managerial confidence to capital markets. Considerable empirical evidence indicates that coherent and well-communicated payout policies can enable a firm's valuation to rise by lowering agency costs and signaling sustainable cash flow prospects. Yet, capital return decisions have to be balanced against reinvestment in brand development, digital capabilities, and operational efficiency, especially for those companies in a transformation strategy like DTC expansion.

Against this theoretical and practical background, the present study examines the financial performance of Levi Strauss & Co. for fiscal year 2024, with an emphasis on cash flow generation, capital structure management, and shareholder return initiatives. Based on figures revealed in the company's 2024 Annual Report, the paper presents an analysis of how LS&Co. capitalized on improved operational performance and disciplined capital allocation toward liquidity strengthening, assurance of stability in finances, and enhancement of shareholder value. The relevance of such analysis is significantly enhanced by the strategic shift of LS&Co. toward a DTC-first omnichannel model, entailing material impacts on margin structure, working capital dynamics, and long-term cash flow sustainability.

This paper adds to the literature by providing an applied corporate finance case study that weaves financial theory into real-world data from financial reporting. Based on the analysis of LS&Co.'s

performance in 2024, the investigation presents an understanding of how a well-established global retailer applies cash flow discipline and optimizes capital structure to work through macroeconomic uncertainty and provide better returns to shareholders. It is hoped that the findings will be of benefit to academics, investors, and financial managers interested in learning from effective capital allocation strategies within the contemporary retail and consumer goods environment.

Literature Review

Cash Flow Performance and Stock Price

The association between cash flow on a corporate level with the value of a company has been a topic of great consideration in literature stemming from the realms of finance as well as accounting. Operating cash flow, alongside free cash flow, has been considered a far better indicator of financial performance as compared to accrual-based earnings, as these are less vulnerable to manipulation on a managerial level (Penman, 2013). Dechow et al. (2010) state that high-quality earnings are generally underpinned by robust cash flow realization.

The literature has shown that a stable cash flow position is linked to financial flexibility, which helps a company survive a recession (Richardson, 2006). In the retail/CPG sector, a stable cash flow is even more necessary because of the cyclic nature of such a sector, which is susceptible to changes in consumer behavior (Gentry, Vaidyanathan, & Lee, 1990). The problem of cash flow volatility has been illustrated by a research study by Gentry, Vaidyanathan, and Lee (1990), which has shed light on the relation of cash flow volatility with bankruptcy.

Capital Structure Theories and Corporate Practice

The capital structure puzzle has been a fundamental issue in corporate finance literature, tracing back to the classic Modigliani-Miller (1958), which considered the irrelevance of capital structure in a perfect market setting. Later, extending these ideal conditions, the trade-off theory emerged, assuming that firms can strike a balance within which the tax advantage of debt is offset by financial distress costs (Myers, 1984). Theoretical support has been provided, indicating that a firm that generates stable cash flows with less business uncertainty uses more leverage, while a firm with high uncertainty adopts a conservative structure (Frank & Goyal, 2009).

The pecking order theory can be considered a further explanation of financing activity, which holds that a firm’s second-best alternative to raising funds is debt, whereas equity is considered a last resort because of problems with information asymmetry (Myers & Majluf, 1984). The theory seems most relevant when a mature business is under consideration because of a reliance on cash flows from ongoing business, which handicaps the need for infused equity. Research within the retail industry includes a list

of factors that affect capital structure, which includes such things as supply chain, globalization, and strategic transformation projects such as digitization and DTC growth (Baker & Wurgler, 2015).

Shareholder Returns vs. Agency Costs Shareholder

The dividend and stock buyback policy is an important mechanism that helps reduce agency problems existing between managers and shareholders. Jensen's (1986) free cash flow theory proposes that distributing excess funds to shareholders helps mitigate the agency problems generated by value-decreasing managerial actions. It has been observed that firms following stable payout policies have been associated with reduced agency costs and high price multiples (La Porta et al., 2000).

In recent decades, stock buybacks have emerged as a significant means of returning funds to shareholders, especially where corporations want a degree of dexterity concerning capital distribution (Brigham & Ehrhardt, 2022). It has been suggested that stock buybacks are viewed by stockholders as signals of managerial belief in future cash flow opportunities (Grullon & Michaely, 2004). This can be a problem if stock buybacks are practised to excess, possibly limiting a business's capacity to develop innovation, brand, and robustness, particularly when a consumer-oriented business is transforming itself (Preeti, 2014).

The Role of Financial Strategy in the Retail and Fashion Industry

The fashion industry worldwide has distinct financial challenges because of fierce competition, increased fast fashion, and susceptibility to macroeconomic fluctuations. It has been proven by previous research that when a company uses an omnichannel and DTC business approach, it is capable of creating more value in terms of margin enhancement and improved cash flows, but at the same time, it has a chance of incurring increased capital spending along with increased working capital (Hübner, Holzapfel, & Kuhn, 2016).

In this respect, it is identified in the literature that cash flow management, capital structure, and shareholder return strategy need to be integrated with the overall corporate strategy. Such companies are thus best placed to maintain a competitive advantage and maximize shareholder value on a sustained basis. This particular research work attempts to develop previous research by studying how such financial principles have been used by LS&Co. in fiscal year 2024.

Methodology

Research Design

This paper utilizes a descriptive and analytical case study to analyze the cash flow performance, capital structure management, and shareholder return policies of LS&Co. for fiscal year 2024. The case study design is considered to be fitting for the research, as this type of methodology provides an in-depth examination into one firm, studying the scenarios that occur within its natural setting and enabling a

complete understanding of how financial strategies are actually implemented. The approach melds together ideas of corporate finance theory with the actual empirical analysis of publicly disclosed financial data.

Data Sources

The study relies solely on secondary data from sources that are in the public domain and of an authoritative nature. The main source of data is the Annual Report of Levi Strauss & Co. for fiscal year 2024, focusing on audited financial statements and related management discussion and analysis. Such data are supplemented by relevant notes to the financial statements, when necessary, to ensure proper interpretation of cash flow component presentation, capital structure composition, and shareholder return activities. Utilizing data from audited annual reports enhances the reliability and validity of the results because such reports are prepared in conformity with generally accepted accounting principles and regulatory requirements.

Variables and Financial Measures

In order to assess the financial performance of LS&Co., this research study has focused on three core analytical dimensions: cash flow performance.

Results and Discussion

Cash Flow Performance & Operational Efficiency

The financial performance of Levi Strauss & Co. in fiscal year 2024 clearly indicates a significant improvement in cash flow, thus signifying that the company has been able to operate in a more efficient manner financially. It is revealed that, as per the 2024 Annual Report, the adjusted free cash flow generated by LS&Co. has been USD 671 million, thus marking a record high in the free cash flow generated by the company in recent times. This clearly indicates a significant improvement in the efficiency of the company to convert revenues into available cash.

The growth in operating cash flows is attributed to a combination of factors. Firstly, the increase in gross margin, attributable to favorable product mix, pricing, and other related factors, contributed to growth in cash flows from earnings. Secondly, cost controls, operating expense management, and other similar factors increased cash flows from earnings. Thirdly, working capital management improved, especially with regard to inventory, recce, and payables. Taken together, these factors improved the earnings quality, thereby supporting that cash flow performance is a better proxy for financial performance than earnings (Dechow et al., 2010; Penman, 2013).

An improvement in cash flow has largely been attributed to the growth of the direct-to-consumer (DTC) business segment. The characteristic nature of DTC business models, which generally generates a relatively high contribution margin with short cash conversion cycles, makes them less dependent on

middlemen, thus incurring fewer credit risks. Although there are initial investment requirements for setting up an e-business platform, the magnitude of such investments appears to have been optimized for efficiency to overcome additional expenses, as evident from the performance of LS&Co. in 2024, supporting existing literature that cash flow sustainability can be improved with omnichannel offerings once efficiency is optimized.

In terms of financial resilience, the fact that the company generated free cash flow of USD 671 million improved the internal sources of financing for LS&Co. According to Richardson (2006), a company's ability to withstand a recession is linked to a high degree of free cash flow, which helps the business avoid destroying value with external funds. In a setting where inflationary pressures, volatile demand, and uncertainties in supply chains are a threat, LS&Co.'s cash flow management indicates that it is financially resilient.

Capital Structure, Leverage, and Liquidity Position

The capital structure management of LS&Co. in fiscal 2024 can thus be said to be following a conservative approach. There has been a stable management of the debt level, and on the other hand, a significant amount of liquidity has been retained in cash and cash equivalents, as evident from the annual filings. The need for free cash flow has thus been reinforced by the capital structure management of LS&Co., rather than resorting to leverage for meeting working capital and dividend requirements.

The way in which the company finances itself is in line with the pecking order theory, which states that because of the lack of transaction costs and information asymmetry, firms use internal funds, debt, and equity in that order (Myers & Majluf, 1984). Being a large, established, globally recognized brand with fairly predictable cash flows, LS&Co. is in a position to execute its strategic growth plans without issuing equity, which would dilute stockholders' interests.

According to the trade-off theory of capital structure, a moderate capital structure reflects a trade-off between the benefits associated with the cost of financial distress (Myers, 1984). The nature of the fashion industry is inherently vulnerable to demand variability, inventory risk, and Fashion Cycles, thereby contributing to variability within earnings. The conservative capital structure offsets such risks by altering the fixed costs of finance, thereby providing a degree of financial flexibility.

Liquidity management enhances this evaluation as well. The company's strong cash position protects against short-term volatility and underpins ongoing investment in digital transformation, supply chain, and brand development. This strategy is consistent with empirical research that indicates that a company with a robust cash position, with properly managed leverage, is better shielded from a generally adverse environment (Frank & Goyal, 2009).

Shareholder Returns and Capital Allocation Discipline

Among the most significant benefits from the improved financial performance of LS&Co. in 2024 is the strengthened capital return capability. This is clarified regarding increased dividend payments to, as well as share repurchases for, stockholders, which came from the use of free cash flow rather than debt, as stated in the annual report. Such a distinction is very significant, as cash flow-generated stockholder returns are highly desirable compared to debt-driven stockholder returns.

Agency Theory implications: The capital return decisions are consistent with agency theory because they confirm Jensen's (1986) free cash flow hypothesis, which states that the distribution of excess funds helps mitigate the problem of managerial overinvestment and brings managerial behavior closer to alignment with that of stockholders. The fact that LS&Co. chose to return a share of the excess funds to stockholders signaled that it was confident that its cash flows are persistent, but it also helps mitigate agency costs.

Share buy-backs, especially, also allow for flexibility in the distribution of capital. This practice is generally considered a positive signal to markets concerning the future's prospects (Grullon & Michaely, 2004). Overly generous distribution, though, might affect the longer-run competitive position of a business, particularly in terms of limiting future investment potential. The capital distribution plan adopted by LS&Co. in 2024 seems sensible, with returns to shareholders pursued simultaneously with ongoing investment in growth projects.

This is supported by empirical research carried out by La Porta et al. (2000), which shows that firms with stable and transparent compensation policies have a high likelihood of having strong governance mechanisms and boosted investor trust. The dividend policy adopted by LS&Co. in 2024 supports this, thereby making the company known for its financial discipline.

Integrated Discussion and Theoretical Implications

Collectively, these findings demonstrate how Levi Strauss & Co. has managed cash flow, capital structure, and shareholder return practices holistically in order to optimize finances for the fiscal year 2024. The churning of USD 671 million in adjusted free cash flow is clearly the foundation of such a strategy, which has allowed the company to keep cash flow, leverage, and shareholder return on track simultaneously. The results support a number of theories on corporate finance. The use of internal funds confirms that the pecking order theory is valid, while the conservative use of capital leverage confirms the trade-off theory in a risk-adjusted industry setting. In addition, the correlation that exists between the generation of free cash flows and the stock return confirms that agency theory supposes that managerial discretion is reduced. On a larger scale, it's apparent that the case study supports the fact that sustaining the shareholder value within the international fashion sector is a phenomenon that is generated not merely

by revenue enhancement but, rather, by financial discipline. The performance registered by LS&Co. in 2024 is a clear indication that even mature businesses can use strong cash flow to overcome uncertainties.

Conclusion

The importance of financial discipline has been identified as a factor in ensuring that a company is resilient to changes in the external environment, especially when such changes affect the sector in which the business operates. This particular research aimed to evaluate the financial management of Levi Strauss & Co. for the fiscal year 2024, with particular emphasis on the aspects of cash flow management, capital structure, as well as return to shareholders.

The results show that the strong operating efficiency of LS&Co. has yielded the company a record-breaking adjusted free cash flow of USD 671 million, which has allowed the company to maintain a strong liquidity position, maintain conservative leverage, and return funds to shareholders without undermining financial stability. The results demonstrate the importance of free cash flow as the bedrock of sound capital allocation practices and financial sustainability. The reliance of the company on internal funds is supported by the pecking order theory, while the prudent treatment of leverage is supported by the trade-off theory of capital structure. The dividend as well as stock buyback programs adopted by the company also support agency theory because it is evident that excess funds are used to send a signal to shareholders, thus alleviating agency costs.

In a managerial sense, what is significant from the results is that it stresses the need to integrate financial plans with operationally strategic moves, especially with regard to the continued growth of the direct-to-consumer business pursued by LS&Co. The fact that such a company is capable of enhancing margins, cash conversion, and capital structure indicates that a strategic change can be supported financially by way of internal cash generation. In related research, it remains that cash flow power remains a significant indicator of quality.

Despite the contributions, there are a number of limitations that are inherent in this research. The research is limited because it focuses on a single company within a single fiscal year. Thus, it is difficult to generalize the findings. Future research would encompass carrying out the research over a number of years, comparing different firms in the retail sector, or empirically examining the relationship between cash flow sustainability and direct-to-consumer approaches.

In conclusion, this research work has made contributions to the literature in the themes of corporate finance, accounting, as well as case studies on financial strategy implementation. The success that Levi Strauss & Co. has experienced in 2024 clearly indicates that prudent cash flow management, capital structure, as well as the overall return on investment for shareholders are fundamental factors that continue to facilitate the creation of wealth in the modern retail sector.

References

Baker, M., & Wurgler, J. (2015). Behavioral corporate finance: An updated survey. In G. M. Constantinides, M. Harris, & R. M. Stulz (Eds.), *Handbook of the economics of finance* (Vol. 2, pp. 357–424). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53685-0.00005-9

Brigham, E. F., & Ehrhardt, M. C. (2022). *Financial management: Theory and practice* (16th ed.). Cengage Learning.

Dechow, P., Ge, W., & Schrand, C. (2010). Understanding earnings quality: A review of the proxies, their determinants, and their consequences. *Journal of Accounting and Economics, 50*(2–3), 344–401. https://doi.org/10.1016/j.jacceco.2010.09.001

Frank, M. Z., & Goyal, V. K. (2009). Capital structure decisions: Which factors are reliably important? *Financial Management, 38*(1), 1–37. https://doi.org/10.1111/j.1755-053X.2009.01026.x

Gentry, J. A., Vaidyanathan, R., & Lee, H. W. (1990). A weighted cash flow approach to valuation. *Financial Analysts Journal, 46*(5), 30–41.

Grullon, G., & Michaely, R. (2004). The information content of share repurchase programs. *Journal of Finance, 59*(2), 651–680. https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2004.00645.x

Jensen, M. C. (1986). Agency costs of free cash flow, corporate finance, and takeovers. *American Economic Review, 76*(2), 323–329.

La Porta, R., Lopez-de-Silanes, F., Shleifer, A., & Vishny, R. (2000). Agency problems and dividend policies around the world. *Journal of Finance, 55*(1), 1–33. https://doi.org/10.1111/0022-1082.00199

Levi Strauss & Co. (2024). *Annual report 2024*. Levi Strauss & Co.

Modigliani, F., & Miller, M. H. (1958). The cost of capital, corporation finance and the theory of investment. *American Economic Review, 48*(3), 261–297.

Myers, S. C. (1984). The capital structure puzzle. *Journal of Finance, 39*(3), 575–592. https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1984.tb03646.x

Myers, S. C., & Majluf, N. S. (1984). Corporate financing and investment decisions when firms have information that investors do not have. *Journal of Financial Economics, 13*(2), 187–221. https://doi.org/10.1016/0304-405X(84)90023-0

Penman, S. H. (2013). *Financial statement analysis and security valuation* (5th ed.). McGraw-Hill Education.

Richardson, S. (2006). Over-investment of free cash flow. *Review of Accounting Studies, 11*(2–3), 159–189. https://doi.org/10.1007/s11142-006-9012-1

HİSTOLOGİCAL ASSESSMENT OF GONADAL MATURATİON İN THE GİLTHEAD SEA BREAM (*SPARUS AURATA*) FROM ALGERİAN WATERS

Mouassa Bochra

University Chadli benjdid, el Tarf, Algeria

Researche lab: Epidemiological surveillance, health, production, reproduction, experimentation, and cellular therapy of domestic and wild animals

[1]ORCID ID: https://orcid.org/ 0009-0007-3766-1274

Abstract

The gilthead sea bream (*Sparus aurata*) is an economically important species, widely consumed in Algeria and extensively farmed in aquaculture. This study examined the reproductive biology and gonadal maturation of 150 specimens collected from the eastern Algerian coast,, including both wild and farmed individuals. The aim was to determine the age and weight at first sexual maturity, investigate the sex inversion process characteristic of this protandrous hermaphrodite species, and assess the physiological condition of the fish. Morphometric parameters measured included total length (TL), total weight (TW), and eviscerated weight (EW). Monthly variations of biological indices – gonadosomatic index (GSI), hepatosomatic index (HSI), and condition factor (Kv) – were analyzed to evaluate reproductive status and body condition. Histological sections of the gonads were also performed to distinguish sexual stages and clarify male/female differentiation. Results showed a progressive gonadal maturation throughout the year, with significant variations in GSI, HSI, and Kv, reflecting seasonal and environmental influences. Differences between wild and farmed populations were highlighted, providing essential information for sustainable management and optimization of *S. aurata* aquaculture in Algeria.

Keywords: Gilthead seabream, GSI, HSI, Hermaphrodite, Reproduction.

HİSTOLOGİCAL AND MORPHOLOGİCAL ASSESSMENT OF GONADAL MATURATİON İN THE GİLTHEAD SEA BREAM (*SPARUS AURATA*) FROM ALGERİAN WATERS

Mouassa Bochra

University Chadli benjdid, el Tarf, Algeria

Researche lab: Epidemiological surveillance, health, production, reproduction, experimentation, and cellular therapy of domestic and wild animals

[1]ORCID ID: https://orcid.org/ 0009-0007-3766-1274

Abstract

The gilthead sea bream is a protandrous hermaphrodite, exhibiting a unique reproductive pattern. In its first two years, it functions as a male, and upon reaching a length of over 30 cm, it undergoes a sex change, becoming female. During the male phase, the gonad is bisexual, featuring functional testicular areas with asynchronous spermatogenesis and non-functional ovarian areas. Ovarian development is also asynchronous, and females engage in batch spawning, capable of laying 20,000-80,000 eggs per day over a period of up to 3 months. Oocyte maturation coincides with a high HSI. Conversely, spawning leads to a decrease in the HSI. The size at first sexual maturity (Lm55) is 18 cm for males and 19 cm for females (The gonadosomatic index (GSI) and hepatosomatic index (HSI) in both females and males serve as indicators of a single reproduction period).

This spawning period typically extends from December to January in the Mediterranean, reproduction occurs between October and December. The eggs are spherical and pelagic, with a diameter slightly less than 1 mm and a single large oil droplet. The planktonic larval stage lasts about 50 days at temperatures of 17-18°C.

Keywords: Gilthead seabream, GSI, HSI, Hermaphrodite, Reproduction.

HİSTOLOGİCAL CHARACTERİZATİON OF GONADAL DEVELOPMENT İN PENAEUS KERATHURUS: İMPLİCATİONS FOR AQUACULTURE İN ALGERİA

Mouassa Bochra

University Chadli benjdid, el Tarf, Algeria

Researche lab: Epidemiological surveillance, health, production, reproduction, experimentation, and cellular therapy of domestic and wild animals

[1]ORCID ID: https://orcid.org/ 0009-0007-3766-1274

Abstract

Crustacean farming in Algeria, particularly shrimp farming, is an emerging activity with significant potential due to the country's long coastline and favorable environmental conditions. The main species include the Mediterranean white shrimp (*Penaeus kerathurus*), the giant tiger prawn (*Penaeus monodon*), and the Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*), valued for their rapid growth and profitability. Shrimp feeding combines natural sources (phytoplankton, zooplankton) and enriched pellets, while reproduction in captivity requires precise control of conditions (temperature, salinity) and facilities such as hatcheries. Although challenges remain regarding infrastructure and training, this sector represents a promising economic opportunity to diversify aquaculture and meet both local and international demand.

Keywords: Crustaceans, farming, Algeria, shrimp.

EVALUATION OF MECHANICAL PROPERTIES OF POZZOLANIC TREATED BASE PAVEMENT LAYER

Shubhangi Agarwal[1]

[1]Department of Civil Engineering, FIAT, Sir Padampat Singhania University, Udaipur, India.

Avinash Ojha[2]

[2]Department of Civil Engineering, FIAT, Sir Padampat Singhania University, Udaipur, India

Lokesh Gupta[3]

[3]Department of Civil Engineering, FIAT, Sir Padampat Singhania University, Udaipur, India.

[1]ORCID ID: https://orcid.org/0000-0001-5787-1323

Abstract

One of the approach to make pavements more sustainable is to enhance base layer strength by adding Pozzolanic materials to Cement. To provide further sustainability for construction and demolition waste (CDW), this research investigates how using mixed construction and demolition waste (CDW) with fly ash will affect the compressive strength of Cement-Treated Base (CTB) layers by means of testing. The physical and mechanical characteristics of aggregating materials and cement were examined; CTB samples had CDW and cement mixed at diverse ratios and ultimately cured for various times, conditioning the CTB to assess compressive strength. Laboratory Proctor Tests determined the optimum moisture and maximum density (MDD) of various blended CTB mixtures. CTB samples that had been optimally pre-cured are now under compression examination. The collected data indicate that the CTB samples provided an impressive degree of compaction and that the CTB samples produced sufficient compressive resistance under pre-cured optimum moisture conditions to satisfy the design requirements for a rigid pavement base. The addition of Fly Ash provides stability to CTB where by combining CDW with Cement and Pozzolanic materials can create low cost substitutes by reducing the use of conventional base materials. In conclusion, this research promotes the recycling of construction waste in a sustainable manner and reduces environmental impact by protecting the structural integrity of concrete pavements. In conclusion, this research promotes the recycling of construction waste in a sustainable manner and reduces environmental impact by protecting the structural integrity of concrete pavements

Keywords: Cement treated base (CTB), Construction and demolition waste (CDW), Fly ash stabilization, Pavement base layer, Sustainable pavement materials.

ACCELERATING BIOTHERAPEUTICS: THE AI PIPELINE FOR ANTIBODY DESIGN AND CLINICAL TRANSLATION

Maria Fareed Siddiqui
Ans Amjad
Irfa Javaid
Saman Zahra
Umar Raees
Assistant Professor, Faculty of Pharmacy, UOL.

ABSTRACT

Background: The period of 2021–2025 has witnessed a profound transformation in biotherapeutic development due to the rise of Artificial Intelligence (AI). Driven by significant breakthroughs in structural prediction, such as AlphaFold2 and ESMFold, the industry has fundamentally shifted toward integrated, AI-driven pipelines for innovative biologic design.

Objectives: This project outlines an advanced, comprehensive AI workflow and assesses its efficacy in rapidly identifying, optimizing, and advancing therapeutic antibody candidates.

Methods: Our methodology employs a sophisticated AI workflow integrating state-of-the-art tools, including ProteinMPNN, Diffusion-based models, and Large Antibody Models (LAMs). This approach facilitates *in silico* generation, docking, and accurate binding prediction, allowing for the virtual screening and optimization of billions of antibody variants.

Results: AI integration dramatically accelerates design timelines from months to just days, resulting in highly cost-effective and efficient candidate selection. This pipeline has successfully guided the engineering of complex bispecific and therapeutic antibodies for chronic and infectious diseases, with several AI-designed biologics currently advancing toward or entering clinical trials.

Conclusion: The demonstrated speed, efficiency, and improved accuracy confirm AI as an indispensable engine for the next generation of biotherapeutics. AI's paramount role is accelerating the development of innovative medicines, though continued focus is required for rigorous experimental validation and establishing regulatory pathways.

Keywords: Protein Design, Structural Informatics, AlphaFold-Enabled Discovery, Biologics Development Acceleration, Therapeutic Monoclonal Antibodies

MHD HEAT AND MASS TRANSFER ANALYSIS OF A REACTIVE CASSON NANOFLUID WITH BIOCONVECTION ON A STRETCHING DISK

E. O. Fatunmbi

Department of Mathematics and Statistics, Federal Polytechnic, Ilaro, Nigeria.

S. A. Odunlami

Department of Mechanical Engineering, Federal Polytechnic, Ilaro, Nigeria.

Abstract

A wide range of technologies—from biomedical transport systems to high-precision disk-coating and thermal management devices—requires reliable control of heat and mass transfer in conducting non-Newtonian nanofluids. Thus, this study investigates the MHD heat and mass transfer characteristics of a reactive Casson nanofluid with bioconvection on a stretching disk. The model incorporates Casson rheology, chemical reaction kinetics, Brownian motion, thermophoresis, Joule heating, and microorganism-induced bioconvective effects under a uniform transverse magnetic field. Similarity transformations is applied to reduce the governing into a coupled system of nonlinear ordinary differential equations, which is solved numerically using a numerical method via Runge-Kutta method alongside shooting technique. Parametric analysis examines the influence of magnetic intensity, Casson parameter, reaction rate, thermophoresis, Brownian diffusion, and bioconvective Peclet number on velocity, temperature, nanoparticle concentration, and microorganism profiles. Results show that magnetic and Casson effects significantly retard fluid motion, while thermophoresis and Brownian diffusion enhance thermal and concentration boundary layers. Chemical reaction reduces solutal concentration, whereas bioconvection strengthens upward microorganism transport. These findings support the design and optimization of systems involving reactive non-Newtonian nanofluids in industrial and biomedical environments.

Keywords: Bioconvection; Casson fluid; Haet and Mass Transfer**;** Stretching Disk; Thermal radiation.

FIRST-PRINCIPLES AND SCAPS-1D SIMULATION ANALYSIS OF A POTENTIAL HALIDE DOUBLE PEROVSKITE ABSORBER FOR PHOTOVOLTAIC DEVICES

Chokri El khader [1,2] Mossab Oublal [3] Mustapha Mardy [3] Fadoua El aisaoui [3] Ihsane Bensassi [3] Mustapha Bghour [3] Abdeslam El fanaoui [2] Mounir Lotfi[1]

[1] Laboratory of Engineering and Innovation of Advanced Systems. Hassan I University, Faculty of Science and Technology, Settat Morocco.

[2] Laboratory of Materials and Renewable Energy, Ibn Zohr University, Agadir, Morocco.

[3] Laboratory of Condensed Matter Physics and Nanomaterials for Renewable Energy, Ibn Zohr University, Agadir, Morocco.

Abstract

The development of novel materials for energy conversion and storage has become a significant area of research in materials science. In recent years, computational simulations have proven to be a valuable tool for predicting material properties and accelerating the discovery of advanced compounds. This study provides a theoretical analysis of the structural, electronic, and optical properties of a double perovskite, focusing on its potential in energy conversion applications. The main goal is to identify materials with a direct band gap suitable for use in solar energy technologies.

We utilized the Perdew–Burke–Ernzerhof generalized gradient approximation (PBEsol) and the modified Becke–Johnson (mBJ) approximation to investigate the material's properties. Our results reveal that the material exhibits a high absorption coefficient, reaching 10^5 cm^{-1} in the visible range, with even higher values in the ultraviolet region. Additionally, the material displays direct semiconducting behavior, with an energy band gap of approximately 1.557 eV (mBJ) and 0.64 eV (PBEsol).

To further evaluate its potential for solar energy applications, we performed SCAPS-1D simulations to assess its photovoltaic performance. The results show a power conversion efficiency of 28.43%. These findings suggest that the material has the necessary optoelectronic and structural properties to serve as an effective absorber layer in perovskite solar cells.

Keywords: Halide double perovskite; Solar cell; DFT; Wien2k; Power conversion efficiency (PCE); Optoelectronic; SCAPS-1D.

INVESTIGATION ON THE PROPERTIES AND POTENTIAL APPLICATION OF FOAM CONCRETE USING DIFFERENT MIX PROPORTION

Lawal N.A. and Odetunde M.W.
Department of Civil Engineering, Federal Polytechnic Ilaro
Ogun State, Nigeria.
https://orcid.org/0009-0001-4785-6258

Abstract

This study investigates the production and performance of foam concrete using foaming agent. foam concrete is valued in construction for its lightweight and insulating properties. foam concrete samples were prepared using mix ratios of 1:3 and 1:6, both with and without a foaming agent. compressive strength tests, water absorption and fire resistance were carried out. The results revealed that control samples without the foaming agent exhibited much higher compressive strengths, reaching up to 12.99 Mpa for the 1:3 mix and 11.92 Mpa for the 1:6 mix by 28 days. in contrast, foam concrete with the foaming agent showed lower strengths, with the 1:3 mix reaching 5.804 Mpa and the 1:6 mix reaching 4.2 Mpa at 28 days. water absorption tests demonstrated that the foamed concrete absorbed significantly less water compared to the control samples, with the 1:3 foamed mix increasing from 0.63% at 7 days to 0.92% at 28 days, and the 1:6 foamed mix increasing from 0.55% to 0.81%. the control mixes, however, showed higher water absorption rates, highlighting the impact of the foaming agent in reducing porosity. fire resistance testing at 250°c indicated that the foam concrete maintained its structural integrity. The study shows that foam concrete produced using morning fresh foaming agent exhibits lower water absorption and satisfactory fire resistance but with reduced compressive strength compared to conventional concrete. which it shows potential for lightweight and fire-resistant applications.

Keywords: foaming agent, lightweight, compressive strength

CYBERSECURITY PARTNERSHIPS AND THE EVOLUTION OF CYBER DIPLOMACY: STRATEGIC PATHWAYS FOR NATIONAL AND INTERNATIONAL RESILIENCE

Dinu Alexandra

The Bucharest University of Economic Studies, Bucharest, Romania.

Teodorov Alexandru

The Bucharest University of Economic Studies, Bucharest, Romania.

Abstract

In an era marked by accelerating digital interdependence, cybersecurity partnerships have become essential instruments for strengthening national resilience and enabling coordinated international responses to emerging threats. This article examines how cyber diplomacy and multi-stakeholder cooperation contribute to the development of sustainable security architectures, drawing on Romania's recent efforts to expand strategic bilateral engagements and consolidate institutional collaboration frameworks. Through an analysis of policy initiatives, operational exchanges, and capacity-building programs, the study highlights the evolving role of cybersecurity agencies in facilitating trust, aligning standards, and supporting collective preparedness. By exploring the intersection between diplomatic practice and institutional partnership models, the article provides insights into the mechanisms through which states can enhance their strategic posture while fostering cohesive, interoperable ecosystems at national, regional, and global levels.

Keywords: Cybersecurity partnerships; cyber diplomacy; international cooperation; strategic bilateral relations; institutional partnerships.

THE SIGNIFICANCE AND TYPES OF CORRECT GRAZING FOR THE PURPOSE OF PRESERVING PASTURES

academician prof Dr.Ivan PAVLOVIĆ
Scientific Institute for Veterinary Medicine of Serbia, Belgrade, Serbia
ORCID: 0000-0003-4751-6760

ABSTRACT

The production of high-quality and cheap fodder is the basis of economically profitable animal husbandry, and an important place in the production of high-quality fodder on arable land and in hilly and mountainous areas belongs to fodder legumes and grasses. The most economical way of using grassland is grazing, which has numerous advantages in feeding ruminants. There are mainly three clearly differentiated ways of using grasslands: free, forced and mechanical grazing. Free grazing has no order in the use of areas and the animals move freely. At the same time, the animals choose better and better quality grass, and at the end of the grazing season, places with an uneven botanical composition of grasses are noticed. With excessive grazing of good grasses, after a few years bad grasses prevail, and if people do not intervene in time, these areas become poorly productive. Forced grazing is done by dividing the pasture into several panels, of a certain size, which are used in turn. When the last one is grazed, the grass on the first one has grown for grazing. In this way, it is always possible to graze on almost the same, young stage of grass growth. For a certain number of animals, the exact number of animals and their size is determined. Experience has shown that in the spring, cattle should stay on the pasture for four to six days, and during the summer (slower grass growth) for six to ten days. Mechanical grazing is the use of lawns and fodder from arable land by mowing green mass (alfalfa, clover, grass, green corn, etc.) and giving it to livestock in a fresh state. This method of feeding is suitable for tall grasses, but requires a lot of labor. This system is the best and most economical on large cattle farms.

Anahtar Kelimeler: type of grazing, free grazing, forced grazing, mechanical grazing

IMPORTANCE OF FOREST PASTURES IN THE DIET OF DOMESTIC ANIMALS

academician prof Dr.Ivan PAVLOVIĆ
Scientific Institute for Veterinary Medicine of Serbia, Belgrade, Serbia
ORCID: 0000-0003-4751-6760

ABSTRACT

Forest pastures or woodland pastures are the practice of integrating trees, forage and grazing by domestic animals in a mutually beneficial way, which is a traditional agricultural practice. They use the principles of managed grazing and are one of several different forms of agroforestry. They are characterized by a mixture of grasses, low plants and trees, which is an important element of traditional agriculture and landscapes. If done properly, forest pastures can be considered natural solutions to climate change. A key characteristic of forest pastures is their location, as they are located on mountain slopes, near or within forests. The vegetation consists of a mixture of grasses (as in meadows), legumes and other herbaceous plants, but with the presence of trees and shrubs. They can be natural (with native vegetation) or artificial (created by sowing), and their management is key to the conservation of the habitat. The integration of trees into forest pastures provides shade, which reduces the intensity of photosynthetically active radiation compared to open pastures, while allowing more light than dense forests. This balance supports diverse plant growth and improved forage quality. On the other hand, open pasture systems, which are often the result of widespread deforestation, can exacerbate problems such as reduced water availability and soil nutrient imbalances, leading to negative effects on ecosystems, local climate and communities – challenges that are further exacerbated by climate change. Forest pastures influence microclimatic conditions, offering advantages over open pastures and a suitable “middle ground” compared to forests in the context of climate change adaptation. Properly managed forest pastures (forest grazing) can increase overall productivity and long-term income through the simultaneous production of tree crops, forage, and livestock. It can provide ecological benefits and has been practiced for centuries in many parts of the world.

Anahtar Kelimeler: forest pastures, woodland pastures, feed, animals

PERSONALIZED EXPERIENCES AND RECOMMENDATION ALGORITHMS: THEIR INFLUENCE ON CUSTOMER SATİSFACTİON İN E-BUSİNESS

Prof. Ass. Dr. Kushtrim Gashi
University "Ukshin Hoti" Prizren, Faculty of Economics, Business Administration, R. of Kosovo
[1]ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-3349-4102
Muhamed Shabani
University "Ukshin Hoti" Prizren, Faculty of Economics, Business Administration, R. of Kosovo
[2]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0009-5638-4836

Abstract

The growth of the e-business in scale has increased the significance of sophisticated personalization and smart recommendation engine as the element of customer experience. This paper examines the effect of personalization functionality and efficiency of the recommendation system on customer satisfaction, and explores the concept of trust as an intermediary variable. The study is based on the Technology Acceptance Model (TAM) and the Stimulus-Organism-Response (S-O-R) theory; thus, the quantitative research design was implemented in conducting the study which included the administration of a Likert-scale questionnaire to 353 participants.

Measurement model was found to have high psychometric measures, with Cronbach Alpha of over 0.90, Composite Reliability of more than 0.88 and AVE of more than 0.60 indicating that the model exhibits excellent reliability and convergent validity. The core constructs had significant positive correlations. Results of regression and Structural Equation Modeling (SEM) have indicated that the effect of personalization ($\beta \approx .32$, $p < .001$) and the effectiveness of the recommendation system ($\beta \approx .41$, $p < .001$) is significant and positive in influencing customer satisfaction. Moreover, the trust was shown to be an important mediator, which augmented the effect of personalization and quality of recommendation on satisfaction. The structural model had excellent fit indices and this means that the framework is robust.

The results provide empirical data in the context of an emerging market and reveal the importance of AI-based personalization and recommendation algorithms in enhancing the perceived value, user engagement, and customer satisfaction in general. The research has practical contributions towards e-business managers who strive to maximize the digital customer experience using data oriented and assurance technologies.

Keywords: Personalization, Recommendation Systems, Customer Satisfaction, Trust, E-Business, SEM.

THE IMPACT OF INFORMATION SYSTEMS ON DECISION-MAKING IN SMALL AND MEDİUM ENTERPRİSES İN DEVELOPİNG COUNTRİES

Prof. Ass. Dr. Kushtrim Gashi
University "Ukshin Hoti" Prizren, Faculty of Economics, Business Administration, R. of Kosovo
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-3349-4102
Arena Duraj
University "Ukshin Hoti" Prizren, Faculty of Economics, Business Administration, R. of Kosovo
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0002-3226-5006

Abstract

Information systems (IS) have emerged as a crucial factor in the efficiency, competitiveness and strategic decision-making of small and medium-sized enterprises (SMEs), especially in developing countries. This paper examines how IS has improved decision-making processes in SMEs in Kosovo. Primary data were collected using an online questionnaire that was completed by 210 enterprises, 58 percent of which were micro-enterprises, 32 percent were small enterprises and 10 percent were medium-sized enterprises.

Correlation analysis showed that the use of information systems and decision-making efficiency have a strong positive correlation ($r = 0.68$, $p = 0.001$). Furthermore, the implementation of IS showed that there was a strong correlation between improved customer relationship management ($r = 0.61$, $p < 0.01$). Linear regression analysis determined the importance of information systems in the process of making better decisions, therefore explaining 47.3% of the variance in the dependent variable ($R2 = 0.473$). The primary regression coefficient showed that the quality of decision-making increases significantly with an increase in the use of IS by one unit ($b = 0.52$, $p < 0.001$).

The results also show that the integration of IS increases operational efficiency by about 35 percent, automates key business processes and promotes the adoption of key performance indicators (KPI) in more than 62 percent of the SMEs sampled. In addition, managers mentioned that they used information systems to monitor the market in real time (71%), to analyze internal performance (66%) and to optimize strategic decisions (59%). The findings highlight the idea that efficient and strategic use of information systems not only improves an organization's performance, but also enhances their competitiveness and contributes to sustainable development among SMEs in developing countries.

Keywords: Information systems; decision-making; small and medium enterprises; competitiveness; developing countries.

ENHANCING STUDENTS' SPEAKING CONFIDENCE IN THE ENGLISH CLASSROOM

Natalia Bolgari
University Lecturer, Academy of Economic Studies of Moldova,
ORCID ID: 0000-0002-8258-5035
Ina Andoni
University Lecturer, Academy of Economic Studies of Moldova,
ORCID ID: 0000-0001-8482-7299

ABSTRACT

Speaking confidently is a crucial component of learning the English language, even though it is one of the most challenging abilities for many students. Students frequently struggle with anxiety, a fear of making mistakes, and a lack of practice opportunities, all of which have a detrimental impact on their capacity for effective communication. This article explores pedagogical and practical methods that educators can employ to boost students' self-assurance when speaking English. First of all, it emphasizes how crucial it is to establish a classroom atmosphere that is encouraging and judgment-free so that students feel comfortable expressing themselves. Positive reinforcement, courteous communication, and clear expectations all aid in lowering anxiety and promoting involvement.

The article also looks at communicative teaching strategies that encourage practice of active speaking. Students can speak in relevant, stress-free situations through activities like role-plays, information-gap assignments, pair and group discussions, and brief presentations. The assignments allow students to experiment with language in a group environment while progressively increasing fluency. Weaker learners can benefit even more from structured preparation time and sentence starters. The importance of feedback in boosting confidence is also covered in the article. Teachers are urged to emphasize students' strengths, recognize their progress, and make specific recommendations that help them improve without becoming discouraged rather than concentrating on mistakes. Self-evaluation and peer reflection are examples of formative assessment that can enable students to take charge of their speaking development.

Finally, technology is mentioned as an additional means of enhancing self-confidence. Through digital platforms, voice-recording software, and online speaking partners, students can track their progress over time and get more practice outside of the classroom. These tools can reduce performance pressure by letting students practice in private before public speaking.

Overall, improving students' speaking confidence requires a combination of emotional support, engaging communicative activities, constructive feedback, and strategic use of technology. When these elements are integrated effectively, learners become more motivated, fluent, and self-assured speakers of English.

Key words : confidence, speaking skills, English classroom, communication, motivation, anxiety reduction, feedback, communicative activities.

WORKİNG THROUGH ILLNESS : THE HİDDEN CRİSİS OF PRESENTEEİSM AMONG NURSES İN SOUTHERN TUNİSİA

Fedi Ben Dhaou[1,4], Zeineb Dammak[2], Feriel Dhouib[3,4], Maroua Trigui[1,4], Mondher Kassis[1,4], Kaouthar Jmal Hammami[3,4], Ali Laamouri[2,4], Yosra Mejdoub[1,4]

1 - Hygiene Department, Habib Bourguiba University Hospital, Sfax, Tunisia
2 - Hepato-Gastroenterology Department, Hedi Chaker University Hospital, Sfax, Tunisia
3 - Occupational Medicine Department, Hedi Chaker University Hospital, Sfax, Tunisia
4 - Faculty of Medicine of Sfax, University of Sfax, Sfax, Tunisia

ORCIDS:
Fedi Ben Dhaou : https://orcid.org/0009-0004-6298-2385
Zeineb Dammak : https://orcid.org/0009-0000-9484-1596
Feriel Dhouib : https://orcid.org/0000-0002-7161-1082
Maroua Trigui : https://orcid.org/0000-0002-7741-7950
Mondher Kassis : https://orcid.org/0000-0002-5823-5748
Kaouthar Jmal Hammami : https://orcid.org/0000-0002-7657-1016
Ali Amouri : https://orcid.org/0009-0006-9059-1941
Yosra Mejdoub ; https://orcid.org/0000-0002-8611-1486

INTRODUCTION

Presenteeism, defined as working while ill despite requiring rest, represents a critical occupational health challenge in hospital settings, often invisible yet profoundly impactful on both healthcare quality and worker wellbeing.

AIM

To assess the prevalence of presenteeism and identify its key drivers among nurses practicing in southern Tunisia.

METHODS

A cross-sectional descriptive study was conducted among 390 nurses. Data collection utilized a standardized questionnaire examining presenteeism prevalence, associated symptoms, underlying reasons, and perceived impacts.

RESULTS

Presenteeism prevalence was strikingly high, affecting 72.1% of participants in the past month and reaching 98.5% over a one-year period. The most frequently reported symptoms included extreme fatigue (51.5%), physical pain (50.8%), and fever (22.1%). Staff shortages emerged as the primary driver, cited by 86.4% of respondents, followed by responsibility toward patients (37.4%). The median presenteeism severity score was 22 (IQR = 19-26). Half of the nurses (50.5%) believed that presenteeism negatively impacted their work quality, while 49% estimated it could harm their long-term health.

CONCLUSİON

Presenteeism constitutes an almost universal phenomenon among nurses in southern Tunisia, primarily driven by organizational constraints. This situation raises major concerns regarding care quality and professional health, requiring urgent institutional interventions.

Keywords: Presenteeism, nurses, occupational health, healthcare quality, staff shortage, work performance, Southern Tunisia, hospital settings

THE BODY UNDER STRAİN - MAPPİNG MUSCULOSKELETAL DİSORDERS ACROSS THE NURSİNG WORKFORCE

Fedi Ben Dhaou[1,4], Zeineb Dammak[2], Feriel Dhouib[3,4], Maroua Trigui[1,4], Mondher Kassis[1,4], Kaouthar Jmal Hammami[3,4], Ali Laamouri[2,4], Yosra Mejdoub[1,4]

1 - Hygiene Department, Habib Bourguiba University Hospital, Sfax, Tunisia
2 - Hepato-Gastroenterology Department, Hedi Chaker University Hospital, Sfax, Tunisia
3 - Occupational Medicine Department, Hedi Chaker University Hospital, Sfax, Tunisia
4 - Faculty of Medicine of Sfax, University of Sfax, Sfax, Tunisia

ORCIDs:
Fedi Ben Dhaou : https://orcid.org/0009-0004-6298-2385
Zeineb Dammak : https://orcid.org/0009-0000-9484-1596
Feriel Dhouib : https://orcid.org/0000-0002-7161-1082
Maroua Trigui : https://orcid.org/0000-0002-7741-7950
Mondher Kassis : https://orcid.org/0000-0002-5823-5748
Kaouthar Jmal Hammami : https://orcid.org/0000-0002-7657-1016
Ali Amouri : https://orcid.org/0009-0006-9059-1941
Yosra Mejdoub ; https://orcid.org/0000-0002-8611-1486

INTRODUCTION

Musculoskeletal disorders (MSDs) rank among the leading causes of occupational morbidity in healthcare professions, significantly affecting nurses' quality of life and work capacity.

AIM

To determine the prevalence and anatomical distribution of MSDs among hospital nurses.

METHODS

This descriptive survey involved 390 nurses working across various hospital departments. MSD assessment was performed according to anatomical regions (upper limbs, trunk, lower limbs) using a standardized Nordic questionnaire, exploring disorder occurrence over 12 months and 7 days, pain intensity, activity limitations, and healthcare utilization.

RESULTS

MSDs were widespread throughout the study sample. For upper limbs, prevalence ranged from 33.8% to 53.3% depending on location, with predominance in the left shoulder/arm (53.3%). Trunk involvement primarily affected the upper back (48.5%), neck (47.7%), and lower back (44.9%). Lower limbs were also frequently affected, with prevalence ranging between 49.5% and 53.3%, the left knee/leg being most impacted (53.3%). Median pain intensity varied from 4 to 6 on the numeric scale. Additionally, 73.1% of participants reported muscle weakness and 50% reported joint weakness. MSDs resulted in activity limitations for 44.1% to 59.1% of those affected and prompted medical consultation in 41.7% to 57.4% of cases.

CONCLUSİON

This study reveals an alarming prevalence of MSDs affecting all body segments among nurses, with considerable impact on their functionality. These findings advocate for a comprehensive preventive approach integrating ergonomics, training in proper techniques, and improved working conditions.

Keywords: Musculoskeletal disorders, nurses, occupational injuries, ergonomics, Nordic questionnaire, workplace health

HİGH DEMANDS, LOW CONTROL - OCCUPATİONAL STRESS AND THE KARASEK MODEL İN HOSPİTAL NURSİNG

Fedi Ben Dhaou[1,4], Zeineb Dammak[2], Feriel Dhouib[3,4], Maroua Trigui[1,4], Mondher Kassis[1,4], Kaouthar Jmal Hammami[3,4], Ali Laamouri[2,4], Yosra Mejdoub[1,4]

1 - Hygiene Department, Habib Bourguiba University Hospital, Sfax, Tunisia
2 - Hepato-Gastroenterology Department, Hedi Chaker University Hospital, Sfax, Tunisia
3 - Occupational Medicine Department, Hedi Chaker University Hospital, Sfax, Tunisia
4 - Faculty of Medicine of Sfax, University of Sfax, Sfax, Tunisia

ORCIDs:
Fedi Ben Dhaou : https://orcid.org/0009-0004-6298-2385
Zeineb Dammak : https://orcid.org/0009-0000-9484-1596
Feriel Dhouib : https://orcid.org/0000-0002-7161-1082
Maroua Trigui : https://orcid.org/0000-0002-7741-7950
Mondher Kassis : https://orcid.org/0000-0002-5823-5748
Kaouthar Jmal Hammami : https://orcid.org/0000-0002-7657-1016
Ali Amouri : https://orcid.org/0009-0006-9059-1941
Yosra Mejdoub ; https://orcid.org/0000-0002-8611-1486

INTRODUCTION

The Karasek demand-control-support model serves as a gold-standard tool for assessing occupational stress, enabling identification of job strain situations likely to compromise worker health.

AIM

To analyze occupational stress dimensions among nurses using the Karasek model and determine the proportion of staff exposed to high-strain work situations.

METHODS

A cross-sectional investigation was conducted among 390 nurses working in hospital settings. The Karasek questionnaire assessed three dimensions: decision latitude, psychological demand, and social support at work. Categorization into four quadrants (high strain, active, passive, low strain) was performed based on obtained scores.

RESULTS

Analysis revealed that a substantial proportion of nurses experienced high-strain work conditions (54.9%), characterized by high psychological demand combined with low decision latitude. The median decision latitude score was 66 (IQR = 60-72), with 63.3% of participants showing a low level. Psychological demand was elevated in nearly the entire sample (94.4%), with a median score of 25 (IQR = 23-27). Social support appeared insufficient for 74.9% of nurses, with a median score of 20 (IQR = 18-24). Only 10.3% of professionals enjoyed a low-strain work situation. Active and passive work situations concerned 18.2% and 16.7% of the workforce, respectively.

CONCLUSİON

More than half of nurses are exposed to high-strain work situations according to the Karasek model, due to high psychological demands combined with limited autonomy and inadequate support. This configuration represents a major risk factor for stress-related pathology development, requiring organizational interventions aimed at improving decision latitude and strengthening workplace social support.

Keywords: Occupational stress, Karasek model, job strain, decision latitude, psychological demand, social support, nurses, work-related stress

PROFİLİNG SURGİCAL CANDİDATES İN A NORTH AFRİCAN TEACHİNG HOSPİTAL

Fedi Ben Dhaou [1,2,3,4], Amal Ayedi [2,4], Maroua Trigui [3,4], Fares Mezghani [2,4], Mohamed Seddik Regaieg [2,4], Mariam Khrouf [2,4], Ahlem Kannou [2,4], Sana Baccouche [1], Samer Baghdadi [1], Mondher Kassis [3,4], Bassem Abid [1,4]

1 - Higher Institute of Nursing Sciences, Sfax, Tunisia
2 - Anesthesia and Intensive care Department, Habib Bourguiba University Hospital, Sfax, Tunisia
3 - Hygiene Department, Habib Bourguiba University Hospital, Sfax, Tunisia
4 - Faculty of Medicine of Sfax, University of Sfax, Sfax, Tunisia

ORCIDs:
Fedi Ben Dhaou : https://orcid.org/0009-0004-6298-2385
Amal Ayedi : https://orcid.org/0009-0004-5942-506X
Maroua Trigui : https://orcid.org/0000-0002-7741-7950
Fares Mezghani : https://orcid.org/0009-0000-0497-4353
Mohamed Seddik Regaieg : https://orcid.org/0009-0002-5521-1457
Mariam Khrouf : https://orcid.org/0009-0000-6458-7902
Ahlem Kannou : https://orcid.org/0009-0008-8127-1828
Mondher Kassis : https://orcid.org/0000-0002-5823-5748
Bassem Abid : https://orcid.org/0000-0002-5535-854X

INTRODUCTION

Understanding the demographic, clinical, and surgical characteristics of patients undergoing elective surgery is essential for optimizing perioperative resource allocation, identifying vulnerable populations, and tailoring individualized care strategies in tertiary healthcare settings.

AIM

To describe the comprehensive epidemiological profile of patients scheduled for surgical procedures at Habib Bourguiba University Hospital, encompassing sociodemographic characteristics, lifestyle factors, medical history, and surgical parameters.

METHODS

A descriptive cross-sectional study was conducted over a defined period, enrolling 460 patients scheduled for surgery across multiple surgical specialties. Data were collected through structured questionnaires covering sociodemographic variables, lifestyle habits, medical and surgical history, and perioperative parameters. Statistical analysis included descriptive statistics with frequencies, percentages, and medians with interquartile ranges.

RESULTS

The study population had a median age of 52 years (IQR = 37-67), with a male predominance (54.3%, n=250) and a sex ratio of 1.2. Educational attainment varied considerably: 23% were illiterate, 37.2% had primary education, 26.1% secondary education, and 13.7% university education. Most participants were married (68.5%) with parental responsibilities (74.3%), though only 38% were professionally active. Financial status was predominantly middle-income (75.5%), and 88.9% had health insurance coverage, primarily through the national health insurance system (62.3%). Regarding lifestyle, 61.7% were non-smokers, 20% current smokers, and 18.3% former smokers, while alcohol consumption was minimal

(4.3%). Motion sickness was reported by 18% of participants. Medical comorbidities were present in 30.4% of patients, with hypertension (51.4% of those with comorbidities) and diabetes (49.3%) being most prevalent. Previous surgical experience was common (49.3%), with 78.4% having undergone general anesthesia previously. Over half (55.7%) had been hospitalized at least once before. Concerning the current surgical episode, 81.1% were scheduled for general anesthesia, while regional and local anesthesia accounted for 11.5% and 7.4%, respectively. Surgical specialties included urology (24.3%), orthopedics (19.3%), ENT (16.1%), and visceral surgery (12.8%). Only 34.8% of patients knew their anesthesia type beforehand, though 73.5% understood their surgical procedure. The median interval between pre-anesthetic consultation and surgery was 30 days (IQR = 10-60), while the median time from surgical consultation to operation was 92.5 days (IQR = 49-160). Pre-hospitalization duration averaged 2 days (IQR = 1-6), with 9.8% admitted on the surgery day itself. Premedication was administered to 25% of patients.

CONCLUSİON

This epidemiological snapshot reveals a diverse surgical population at a major Tunisian university hospital, characterized by middle-aged patients with varied educational backgrounds, significant medical comorbidities, and substantial prior healthcare exposure. The predominance of general anesthesia, extended waiting times between consultations and surgery, and limited pre-procedural patient knowledge highlight areas requiring enhanced perioperative communication and education. These baseline characteristics provide valuable insights for developing targeted perioperative protocols and resource planning in similar tertiary care settings.

Keywords: Surgical patients, epidemiology, perioperative care, tertiary hospital, patient characteristics, preoperative assessment, university hospital, Tunisia.

BEYOND FEAR - UNRAVELİNG THE WEB OF PREOPERATİVE ANXİETY THROUGH PATİENT EYES

Fedi Ben Dhaou [1,2,3,4], Amal Ayedi [2,4], Maroua Trigui [3,4], Fares Mezghani [2,4], Mohamed Seddik Regaieg [2,4], Mariam Khrouf [2,4], Ahlem Kannou [2,4], Sana Baccouche [1], Samer Baghdadi [1], Mondher Kassis [3,4], Bassem Abid [1,4]

1 - Higher Institute of Nursing Sciences, Sfax, Tunisia
2 - Anesthesia and Intensive care Department, Habib Bourguiba University Hospital, Sfax, Tunisia
3 - Hygiene Department, Habib Bourguiba University Hospital, Sfax, Tunisia
4 - Faculty of Medicine of Sfax, University of Sfax, Sfax, Tunisia

ORCIDs:
Fedi Ben Dhaou : https://orcid.org/0009-0004-6298-2385
Amal Ayedi : https://orcid.org/0009-0004-5942-506X
Maroua Trigui : https://orcid.org/0000-0002-7741-7950
Fares Mezghani : https://orcid.org/0009-0000-0497-4353
Mohamed Seddik Regaieg : https://orcid.org/0009-0002-5521-1457
Mariam Khrouf : https://orcid.org/0009-0000-6458-7902
Ahlem Kannou : https://orcid.org/0009-0008-8127-1828
Mondher Kassis : https://orcid.org/0000-0002-5823-5748
Bassem Abid : https://orcid.org/0000-0002-5535-854X

INTRODUCTION

Preoperative anxiety represents a widespread psychological response that can significantly influence surgical outcomes, postoperative recovery, and patient satisfaction. Understanding its prevalence and determinants remains crucial for optimizing perioperative care.

AIM

To assess the prevalence of preoperative anxiety using the Visual Analog Scale (VAS) and identify associated demographic, clinical, and surgical factors among patients undergoing various surgical procedures.

METHODS

A descriptive cross-sectional study was conducted among surgical patients. Preoperative anxiety was measured using the Visual Analog Scale (VAS), with anxiety levels categorized as low (VAS 1-3), moderate (VAS 4-6), and high (VAS 7-10). Univariate analysis was performed to identify factors associated with elevated anxiety levels.

RESULTS

The median preoperative anxiety score was 6 (IQR = 4-7), ranging from 1 to 10. High anxiety levels were observed in 38.7% of patients (n=179), while 38.9% experienced moderate anxiety (n=179). Multiple factors were significantly associated with elevated preoperative anxiety. Demographic factors included younger age (<40 years, OR=2.704, p<0.001), female gender (OR=1.824, p=0.002), and widowed marital status (OR=2.646, p=0.007). Clinical and procedural factors associated with higher anxiety included general anesthesia (OR=1.706, p=0.038), short interval between anesthetic consultation and surgery (0-7 days, OR=1.815, p=0.010), hospitalization duration of 3-7 days before surgery (OR=1.848, p=0.003), and

neurosurgical procedures (OR=8.016, p<0.001). Conversely, protective factors against high anxiety included age over 60 years (OR=0.368, p<0.001), previous surgical history (OR=0.417, p<0.001), prior anesthetic experience (OR=0.417, p<0.001), history of regional anesthesia (OR=0.418, p=0.013), parental responsibilities (OR=0.552, p=0.006), previous hospitalization (OR=0.561, p=0.013), existing medical conditions (OR=0.615, p=0.024), and primary education level (OR=0.649, p=0.032).

CONCLUSİON

Preoperative anxiety affects more than three-quarters of surgical patients at moderate to high levels, with a complex interplay of demographic, experiential, and procedural factors. Younger patients, women, those undergoing general anesthesia or neurosurgery, and first-time surgical candidates appear particularly vulnerable. These findings underscore the need for targeted anxiety screening and personalized preoperative psychological interventions, particularly for high-risk patient populations, to enhance perioperative care quality and patient outcomes.

Keywords: Preoperative anxiety, Visual Analog Scale, VAS, surgical patients, risk factors, anesthesia type, perioperative care, psychological assessment.

THE INFORMED PATİENT PARADOX - UNMET INFORMATİON NEEDS İN THE PREOPERATİVE SETTİNG

Fedi Ben Dhaou [1,2,3,4], Amal Ayedi [2,4], Maroua Trigui [3,4], Fares Mezghani [2,4], Mohamed Seddik Regaieg [2,4], Mariam Khrouf [2,4], Ahlem Kannou [2,4], Sana Baccouche [1], Samer Baghdadi [1], Mondher Kassis [3,4], Bassem Abid [1,4]

1 - Higher Institute of Nursing Sciences, Sfax, Tunisia
2 - Anesthesia and Intensive care Department, Habib Bourguiba University Hospital, Sfax, Tunisia
3 - Hygiene Department, Habib Bourguiba University Hospital, Sfax, Tunisia
4 - Faculty of Medicine of Sfax, University of Sfax, Sfax, Tunisia

INTRODUCTION

Adequate preoperative information is a cornerstone of patient-centered care, influencing anxiety levels, satisfaction, informed consent quality, and postoperative outcomes. However, the extent to which surgical patients feel sufficiently informed remains poorly understood in many healthcare contexts.

AIM

To assess the magnitude and nature of preoperative information needs among surgical patients using the Amsterdam Preoperative Anxiety and Information Scale (APAIS), and to identify gaps in current patient education practices.

METHODS

A cross-sectional study was conducted among 460 patients scheduled for surgery at a university hospital. The information need component of the APAIS questionnaire was administered preoperatively, comprising two items assessing desire for information about anesthesia and surgical procedures. Responses were measured on a 5-point Likert scale and categorized into three levels: no information need, moderate information need, and important information need.

RESULTS

The assessment revealed a substantial unmet need for preoperative information among surgical candidates. Overall, 62.6% of patients (n=288) expressed an important need for additional information, while 30.0% reported moderate information needs, and only 18.1% felt they had no further information requirements. When examining specific domains, 63.4% of patients (n=292) indicated they wanted to know everything about their anesthesia, with 33% strongly agreeing and 30.4% agreeing with this statement. The desire for comprehensive surgical information was even more pronounced, with 68.3% of patients (n=314) expressing this need—40% strongly agreeing and 28.3% agreeing that they wanted complete information about their operation. Conversely, only a small minority were indifferent or opposed to receiving comprehensive information: 14.3% were neutral regarding anesthesia information and 12.2% regarding surgical information, while approximately 10% actively disagreed with needing complete information in both domains.

CONCLUSİON

An overwhelming majority of preoperative patients experience significant information deficits, with nearly two-thirds expressing an important need for additional information about both anesthesia and surgical procedures. This striking finding reveals a critical gap between current preoperative education practices and patient expectations. The near-universal desire for comprehensive information challenges the assumption that patients are adequately informed through standard consultation processes. These results advocate for systematic enhancement of preoperative patient education programs, implementation of structured information delivery protocols, and allocation of dedicated time for addressing patient questions and concerns. Healthcare institutions should prioritize developing multilevel information strategies that accommodate diverse educational backgrounds and health literacy levels to ensure truly informed consent and optimize patient satisfaction and perioperative experience.

Keywords: Preoperative information, patient education, APAIS, information needs, informed consent, patient-centered care, health literacy, perioperative communication.

BENEATH THE SURFACE - DİSSECTİNG EMOTİONAL STATES THROUGH STATE-TRAİT ANXİETY INVENTORY

Fedi Ben Dhaou [1,2,3,4], Amal Ayedi [2,4], Maroua Trigui [3,4], Fares Mezghani [2,4], Mohamed Seddik Regaieg [2,4], Mariam Khrouf [2,4], Ahlem Kannou [2,4], Sana Baccouche [1], Samer Baghdadi [1], Mondher Kassis [3,4], Bassem Abid [1,4]

1 - Higher Institute of Nursing Sciences, Sfax, Tunisia
2 - Anesthesia and Intensive care Department, Habib Bourguiba University Hospital, Sfax, Tunisia
3 - Hygiene Department, Habib Bourguiba University Hospital, Sfax, Tunisia
4 - Faculty of Medicine of Sfax, University of Sfax, Sfax, Tunisia

INTRODUCTION

Preoperative anxiety manifests through multiple emotional and physiological dimensions that extend beyond simple yes/no categorization. The State-Trait Anxiety Inventory (STAI) provides granular insight into specific anxiety components, enabling targeted interventions that address the multifaceted nature of preoperative distress.

AIM

To characterize the spectrum of state anxiety symptoms among preoperative patients using the STAI questionnaire, identifying predominant emotional manifestations and their intensity distribution.

METHODS

A descriptive study was conducted among 460 surgical candidates scheduled for various procedures. The state anxiety component of the STAI was administered, comprising six items assessing calmness, tension, ease, worry, nervousness, and relaxation. Each item was rated on a 4-point scale ranging from "not at all" to "very much," providing a detailed profile of anxiety manifestations.

RESULTS

The STAI revealed considerable heterogeneity in anxiety expression across different emotional dimensions. Regarding positive emotional states, only 13.5% of patients felt very calm, while 21.1% reported feeling not calm at all. Similarly, relaxation was limited, with just 15.4% feeling very relaxed and 23.9% not relaxed at all. Comfort levels showed 13.9% feeling very at ease versus 26.1% not at ease at all. The negative emotional dimensions painted a more concerning picture. Tension was prevalent, with 23.9% of patients (n=110) feeling very tense and an additional 29.3% moderately tense, meaning over half the population experienced significant tension. Worry emerged as the most prominent anxiety manifestation, affecting 28.5% of patients (n=131) at the highest level ("very much worried"), with another 28.7% experiencing moderate worry—collectively representing 57.2% with substantial worry. Nervousness showed a somewhat different pattern, with 17.2% feeling very nervous, 21.5% moderately nervous, and 21.7% slightly nervous, while 39.6% denied nervousness entirely. The distribution patterns revealed that approximately 40-60% of patients experienced moderate to severe levels of negative

emotions (tension, worry, nervousness), while positive emotions (calmness, ease, relaxation) were present at high levels in only 13-15% of patients.

CONCLUSİON

This dimensional analysis unveils a complex emotional landscape where worry and tension predominate among preoperative patients, while positive emotional states like calmness and relaxation remain markedly deficient. The finding that over half of patients experience significant worry and tension underscores anxiety as a nearly universal preoperative phenomenon, though with substantial individual variation in expression. Notably, the discordance between high negative affect and low positive affect suggests these are not simply opposite ends of a spectrum but rather independent dimensions requiring distinct therapeutic approaches.

Keywords: State anxiety, STAI, preoperative psychology, emotional assessment, anxiety symptoms, worry, tension, patient-reported outcomes.

ANXİETY THROUGH MULTİPLE MİRRORS - COMPARİNG PREOPERATİVE ASSESSMENT INSTRUMENTS

Fedi Ben Dhaou [1,2,3,4], Amal Ayedi [2,4], Maroua Trigui [3,4], Fares Mezghani [2,4], Mohamed Seddik Regaieg [2,4], Mariam Khrouf [2,4], Ahlem Kannou [2,4], Sana Baccouche [1], Samer Baghdadi [1], Mondher Kassis [3,4], Bassem Abid [1,4]

1 - Higher Institute of Nursing Sciences, Sfax, Tunisia
2 - Anesthesia and Intensive care Department, Habib Bourguiba University Hospital, Sfax, Tunisia
3 - Hygiene Department, Habib Bourguiba University Hospital, Sfax, Tunisia
4 - Faculty of Medicine of Sfax, University of Sfax, Sfax, Tunisia

INTRODUCTION

Preoperative anxiety assessment relies on various measurement tools, each with distinct theoretical frameworks and clinical utility. Understanding how different instruments capture anxiety prevalence and characteristics is essential for selecting appropriate assessment methods and interpreting research findings across studies using diverse methodologies.

AIM

To comprehensively evaluate preoperative anxiety using three validated instruments—the Visual Analog Scale (VAS), State-Trait Anxiety Inventory (STAI), and Amsterdam Preoperative Anxiety and Information Scale (APAIS)—and compare their performance in characterizing anxiety burden and information needs in surgical patients.

METHODS

A cross-sectional comparative study enrolled 460 patients scheduled for elective surgery. All participants completed three anxiety assessment instruments preoperatively: (1) VAS for anxiety (0-10 scale), categorized as low (1-3), moderate (4-6), or high (7-10); (2) STAI state anxiety subscale (6 items, 4-point Likert scale); and (3) APAIS, assessing both anxiety (4 items) and information need (2 items).

RESULTS

The three instruments revealed varying but complementary perspectives on preoperative anxiety. VAS assessment showed a median anxiety score of 6 (IQR = 4-7, range 1-10), with 38.7% classified as high anxiety (n=179), 38.9% moderate anxiety (n=179), and the remainder low anxiety, indicating that 77.6% experienced at least moderate anxiety. The most common individual score was 7 (17.2%, n=79). STAI evaluation yielded a median score of 15 (IQR = 13-15, range 9-19), identifying 15.2% with high anxiety (n=70) and 61.3% with moderate anxiety (n=282), meaning 76.5% had at least moderate anxiety—remarkably consistent with VAS findings. Item-level analysis revealed specific emotional manifestations: 28.5% felt very worried (n=131), 23.9% very tense (n=110), while only 13.5% felt very calm and 15.4% very relaxed, highlighting predominance of negative over positive emotional states. APAIS anxiety component demonstrated that 50.9% had anxiety appropriate to the situation (n=234), while 24.6%

showed excessive anxiety and 24.6% insufficient anxiety. Specific concerns varied: 32.8% worried about anesthesia (15.2% strongly), 36.9% worried about surgery (16.7% strongly), 31.8% thought continuously about anesthesia (n=146), and 37.6% thought continuously about surgery. APAIS information need component revealed that 62.6% desired significant additional information (n=288), with 63.4% wanting complete anesthesia information (n=292) and 68.3% wanting complete surgical information (n=314).

CONCLUSİON

This parallel assessment using three established anxiety measurement tools reveals both convergent validity and unique clinical insights. The striking concordance in prevalence estimates—with VAS and STAI both identifying approximately 77% of patients experiencing at least moderate anxiety—provides robust evidence that preoperative anxiety is indeed a predominant phenomenon rather than an artifact of measurement methodology. However, the instruments capture distinct facets of the anxiety experience: VAS provides a global, subjective intensity rating; STAI dissects the emotional components revealing that worry surpasses tension and nervousness; while APAIS contextualizes anxiety within the framework of information deficit, identifying that nearly two-thirds of patients feel inadequately informed.

Keywords: Preoperative anxiety, anxiety assessment, VAS, STAI, APAIS, psychometric comparison, patient-reported outcomes, anxiety screening.

FROM AWARENESS TO ACTİON - PROSTATE CANCER SCREENİNG PRACTİCES AND BARRİERS İN TUNİSİA

Fedi Ben Dhaou [1,2,3], Maroua Trigui [2,3], Ali Bensaad [1] , Iyed Guechaoui [1], Ghada Nasri [2,3], Zeineb Mallek [2,3], Emna Mziou [2,3], Mouna Baklouti [2,3], Mondher Kassis [2,3], Bassem Abid [1,3]
1 - Higher Institute of Nursing Sciences, Sfax, Tunisia
2 - Hygiene Department, Habib Bourguiba University Hospital, Sfax, Tunisia
3 - Faculty of Medicine of Sfax, University of Sfax, Sfax, Tunisia

INTRODUCTION

Despite the availability of prostate cancer (PCa) screening methods and evidence supporting early detection, screening participation rates remain disappointingly low in many populations. Understanding current screening practices, motivations, and barriers is critical for developing strategies to improve uptake and reduce PCa-related morbidity and mortality.

AIM

To evaluate prostate cancer screening behaviors, practices, and associated beliefs among Tunisian men aged 40 and above, identifying reasons for participation or non-participation in screening programs.

METHODS

A population-based cross-sectional survey enrolled 1,520 men over 40 years. The study assessed screening history, consultation patterns, attitudes toward screening, cultural beliefs, and reasons for screening behaviors. Participants completed validated instruments measuring attitudes (15-45 scale), cultural beliefs (10-33 scale), and views (4-24 scale) regarding PCa screening.

RESULTS

The study revealed critically low screening participation despite moderate willingness. Only 7.4% of participants (n=113) had ever undergone PCa screening, and merely 6.6% (n=101) had consulted a physician specifically about PCa. Among those screened, 74.3% underwent PSA testing, 38.9% had ultrasound, and only 30.1% had digital rectal examination. Most screening occurred through private physicians (58.4%) rather than public clinics (45.1%) or hospitals (23%). Among those who consulted, 42.6% had only a single consultation. The overall screening rate of 7.4% stood in stark contrast to the 68.7% (n=966) who expressed willingness to undergo screening, revealing a substantial intention-behavior gap. The primary reasons for not undergoing screening included absence of symptoms (55.2%, n=777), financial constraints (47.3%, n=666), not feeling at risk (46.3%, n=651), lack of awareness about screening necessity (44.5%, n=626), and lack of interest (25%). Only 16.7% cited never being advised by a physician. Among those willing to screen, motivations included wanting to know their health status (76.2%, n=735), detecting cancer before symptoms appear (42.6%), and conditional willingness if feeling sick (40%). Among the unwilling, 82.8% didn't feel at risk, 77.9% didn't feel sick, 58.9% lacked interest, and 51.9% cited time constraints. Attitudes toward screening were predominantly negative, with 85.8%

(n=1,304) demonstrating unfavorable attitudes (median score 29, IQR=25-33). While 67.8% strongly agreed that early detection protects from serious effects, significant attitudinal barriers emerged: 49.1% found anal examination unacceptable, 80.6% considered it embarrassing, 80% believed blood tests were expensive, and 66.4% reported that cancer tests increased their anxiety. Cultural beliefs showed moderate strength overall (median score 18, IQR=15-22), with 57.2% holding moderate beliefs. Religious faith was nearly universal (76.2% strongly agreed "I always put my trust in God/Allah"), while harmful beliefs were less prevalent but present: 30.7% viewed PCa as a death sentence, 32.3% believed nothing could prevent it, and small minorities attributed it to witchcraft (2.7%) or believed traditional medicine was superior (5.9%). Views on PCa demonstrated concerning misconceptions (median score 16, IQR=14-17): 55.3% strongly disagreed that all men are at risk, 56.8% didn't perceive advancing age as a risk factor, and 57.4% didn't perceive great benefit in regular check-ups.

CONCLUSİON

This comprehensive assessment exposes a profound screening crisis characterized by a dramatic disconnect between screening awareness, willingness, and actual practice. The 7.4% screening rate among men over 40—a population at substantial PCa risk—represents a massive missed opportunity for early detection and potentially preventable mortality.

Keywords: Prostate cancer screening, screening uptake, health-seeking behavior, PSA testing, screening barriers, attitudes, cultural beliefs, men's health, Tunisia.

THE WAİTİNG GAME - TEMPORAL PATTERNS İN SURGİCAL CARE PATHWAYS AND PATİENT FLOW

Fedi Ben Dhaou [1,2,3,4], Amal Ayedi [2,4], Maroua Trigui [3,4], Fares Mezghani [2,4], Mohamed Seddik Regaieg [2,4], Mariam Khrouf [2,4], Ahlem Kannou [2,4], Sana Baccouche [1], Samer Baghdadi [1], Mondher Kassis [3,4], Bassem Abid [1,4]

1 - Higher Institute of Nursing Sciences, Sfax, Tunisia
2 - Anesthesia and Intensive care Department, Habib Bourguiba University Hospital, Sfax, Tunisia
3 - Hygiene Department, Habib Bourguiba University Hospital, Sfax, Tunisia
4 - Faculty of Medicine of Sfax, University of Sfax, Sfax, Tunisia

INTRODUCTION

The perioperative timeline, encompassing intervals between consultations, surgery, and hospitalization, represents a critical yet often overlooked dimension of surgical care delivery. These temporal parameters reflect healthcare system efficiency, resource allocation, and patient care coordination while potentially influencing patient outcomes and satisfaction.

AIM

To characterize the temporal dynamics of the surgical care pathway, specifically examining waiting times between pre-anesthetic consultation and surgery, surgical consultation and operation, and pre-surgical hospitalization duration in a university hospital setting.

METHODS

A prospective observational study included 460 patients scheduled for elective surgery across multiple specialties. Data were collected on three key temporal parameters: time from pre-anesthetic consultation to surgery, time from surgical consultation to surgery, and duration of hospitalization before the surgical procedure.

RESULTS

The analysis revealed substantial variability in surgical care timelines with prolonged waiting periods at multiple stages. For the pre-anesthetic consultation to surgery interval, the median was 30 days (IQR = 10-60 days), with extremes ranging from same-day (0 days) to one year (365 days). The distribution showed 20.4% of patients underwent surgery within one week of their anesthetic consultation, 36.1% waited between 7 days and 1 month (n=166, the largest group), 30.4% waited 1-3 months, 8.7% waited 3-6 months, and 4.3% experienced delays exceeding 6 months. The surgical consultation to operation interval demonstrated even longer waiting times, with a median of 92.5 days (IQR = 49-160 days) and extremes spanning from 1 to 480 days. Only 6.3% had surgery within one week of surgical consultation, 11.5% waited 7 days to 1 month, 32% waited 1-3 months (n=144, the modal category), 30.7% waited 3-6 months, and notably, 19.5% experienced waiting times between 6 months and 1 year. Regarding pre-surgical hospitalization, the median duration was 2 days (IQR = 1-6 days), ranging from same-day

admission (0 days) to 39 days. The majority were admitted relatively close to surgery: 9.8% on the day of surgery (n=45), though specific distribution percentages for other intervals were not fully detailed in the source data.

CONCLUSİON

This temporal analysis exposes significant delays and marked heterogeneity in surgical care pathways, with median waiting times of one month from anesthetic consultation to surgery and three months from surgical consultation to operation. The finding that nearly one-fifth of patients wait over six months from surgical consultation to procedure, and some endure waits exceeding one year, raises serious concerns about healthcare access, resource constraints, and potential clinical deterioration during protracted waiting periods.

Keywords: Waiting times, surgical delays, perioperative timeline, healthcare access, surgical consultation, pre-anesthetic assessment, hospital efficiency, care coordination.

WHAT HEALTHCARE WORKERS DON'T KNOW CAN HURT - INFLUENZA VACCİNATİON KNOWLEDGE DEFİCİTS AMONG NURSİNG STAFF

Fedi Ben Dhaou [1,2,3], Maroua Trigui [2,3], Anas Elloumi [1] , Chiheb Abdennadher [1], Ghada Nasri [2,3], Zeineb Mallek [2,3], Emna Mziou [2,3], Mouna Baklouti [2,3], Mondher Kassis [2,3], Bassem Abid [1,3]
1 - Higher Institute of Nursing Sciences, Sfax, Tunisia
2 - Hygiene Department, Habib Bourguiba University Hospital, Sfax, Tunisia
3 - Faculty of Medicine of Sfax, University of Sfax, Sfax, Tunisia

INTRODUCTION

Healthcare workers, particularly nurses and technicians, serve as frontline defenders against influenza transmission in clinical settings while simultaneously being at elevated risk for infection. Adequate knowledge about influenza vaccination is essential not only for personal protection but also for patient safety and effective health promotion. However, vaccination knowledge among healthcare personnel remains poorly characterized in many settings.

AIM

To assess the level of knowledge regarding influenza vaccination among nursing and technical healthcare staff and identify professional factors associated with knowledge deficits.

METHODS

A cross-sectional study enrolled 430 healthcare workers (nurses and technicians) from two university hospitals. Knowledge was evaluated using a 14-item questionnaire covering vaccine efficacy, safety, composition, timing, recommendations, and transmission dynamics. Scores ranged from 15-43, with participants categorized as having poor (15-34), moderate (35-38), or good (39-43) knowledge. Univariate analysis identified factors associated with poor knowledge using odds ratios and 95% confidence intervals.

RESULTS

The assessment revealed critically inadequate knowledge about influenza vaccination among healthcare workers, with a median knowledge score of only 31 (IQR = 29-34, range 15-43). The vast majority—81.6% (n=351)—demonstrated poor knowledge levels, while 16.7% had moderate knowledge and merely 1.6% achieved good knowledge. This near-universal knowledge deficit is particularly alarming given the professional responsibilities of these workers. Item-level analysis exposed specific knowledge gaps and misconceptions. On positive notes, 83% correctly recognized that healthcare professionals can transmit influenza (n=357), 69.3% knew the ideal vaccination timing (n=298), 68.8% understood that both live and inactivated vaccines exist (n=296), and 66.5% knew vaccines contain inactivated virus (n=286). However, substantial deficits emerged in critical areas: only 21.6% understood vaccine efficacy (n=93), a mere 19.5% knew WHO recommends healthcare worker vaccination (n=84), 30% were familiar with ACIP guidelines (n=129), and 29.1% understood the vaccine's impact on medical costs (n=125).

Misconceptions were prevalent: 25.8% incorrectly believed the vaccine could cause influenza (n=111), only 8.4% correctly recognized the vaccine doesn't provide 100% protection (with 79.3% believing otherwise, n=341), and 19.8% thought it protects against other respiratory infections (n=85). Technical knowledge was mixed: 57.2% understood the difference between trivalent and quadrivalent vaccines (n=246), but only 35.8% grasped how vaccine-virus mismatch affects efficacy (n=154), and 33.5% understood that inactivated vaccines don't contain live virus (n=144). The analytical study identified critical professional experience-related patterns. Early-career workers (0-4 years) had significantly higher odds of good knowledge (OR=2.106, 95% CI: 1.151-3.855, p=0.014), while those with 5-9 years of work experience showed paradoxically increased risk of poor knowledge (OR=0.518, 95% CI: 0.315-0.851, p=0.009). Similarly, 5-9 years of service-specific experience was associated with poor knowledge (OR=0.47, 95% CI: 0.263-0.839, p=0.010). Work setting significantly influenced knowledge levels (p=0.001): intensive care unit staff had the poorest knowledge (70.9%), compared to medical ward staff (82.1%) and surgical ward staff (88.4%). No significant associations were found with age, gender, professional status (nurse vs. technician), hospital, or education level.

CONCLUSİON

This study exposes a profound and troubling knowledge crisis regarding influenza vaccination among healthcare workers entrusted with patient care and infection prevention. That over 80% demonstrate poor knowledge—including fundamental misunderstandings about vaccine safety, efficacy, and official recommendations—represents a critical failure in occupational health education and ongoing professional development.

Keywords: Influenza vaccination, healthcare workers, vaccination knowledge, nurses, infection control, vaccine hesitancy, occupational health, patient safety.

THE KNOWLEDGE GAP - UNDERSTANDİNG PROSTATE CANCER SCREENİNG AWARENESS AND ITS SOCİAL DETERMİNANTS

Fedi Ben Dhaou [1,2,3], Maroua Trigui [2,3], Ali Bensaad [1] , Iyed Guechaoui [1], Ghada Nasri [2,3], Zeineb Mallek [2,3], Emna Mziou [2,3], Mouna Baklouti [2,3], Mondher Kassis [2,3], Bassem Abid [1,3]
1 - Higher Institute of Nursing Sciences, Sfax, Tunisia
2 - Hygiene Department, Habib Bourguiba University Hospital, Sfax, Tunisia
3 - Faculty of Medicine of Sfax, University of Sfax, Sfax, Tunisia

INTRODUCTION

Prostate cancer (PCa) represents a significant public health challenge, with early detection being crucial for successful treatment outcomes. However, screening uptake remains suboptimal, often linked to inadequate knowledge about the disease and available screening methods. Understanding the depth and distribution of PCa screening knowledge is essential for designing effective public health interventions.

AIM

Prostate cancer (PCa) represents a significant public health challenge, with early detection being crucial for successful treatment outcomes. However, screening uptake remains suboptimal, often linked to inadequate knowledge about the disease and available screening methods. Understanding the depth and distribution of PCa screening knowledge is essential for designing effective public health interventions.

METHODS

A cross-sectional study was conducted among 1,520 men over 40 years of age. Knowledge was assessed using a structured questionnaire covering PCa risk factors, symptoms, screening methods, and disease characteristics. Scores ranged from 0-9, with participants categorized as having low (0-4), medium (5-7), or high (8-9) knowledge levels. Univariate analysis was performed to identify factors associated with low knowledge using odds ratios and 95% confidence intervals.

RESULTS

The study revealed alarmingly deficient knowledge about PCa screening, with a median knowledge score of only 5 (IQR = 3-6). The majority of participants (60.7%, n=922) demonstrated low knowledge levels, while 36.1% had medium knowledge and merely 3.2% (n=49) achieved high knowledge. Awareness of specific screening methods was particularly poor: only 13.4% (n=203) knew about PSA testing and 21.1% (n=320) about digital rectal examination (DRE). Regarding disease knowledge, while 67.8% correctly recognized that early detection can cure PCa, substantial misconceptions persisted: only 57% correctly identified PCa as male-specific, 48.7% recognized family history as a risk factor, 47.4% knew urinary difficulties could indicate PCa, and merely 33% understood that PCa can be asymptomatic. Notably, 10.7% incorrectly believed PCa is sexually transmitted. The analytical study identified stark socioeconomic and demographic disparities in knowledge distribution. Factors strongly associated with low knowledge included illiteracy (OR=7.237, p<0.001), widowhood (OR=6.646, p<0.001), low

socioeconomic income (OR=4.318, p<0.001), advanced age ≥70 years (OR=3.622, p<0.001), unemployment (OR=2.805, p<0.001), rural residence (OR=2.194, p<0.001), and retirement (OR=2.041, p<0.001). Conversely, protective factors against low knowledge included university education (OR=0.212, p<0.001), medium socioeconomic income (OR=0.314, p<0.001), employment (OR=0.424, p<0.001), younger age 40-49 years (OR=0.460, p<0.001), and having medical insurance (OR=0.559, p<0.001).

CONCLUSİON

This study unveils a critical knowledge deficit regarding PCa screening among men in the target age group, with nearly two-thirds demonstrating inadequate understanding and awareness of screening methods remaining dismally low. The pronounced educational gradient—with illiterate men having over seven times higher odds of poor knowledge compared to university-educated men—underscores how health literacy mirrors broader social inequalities.

Keywords: Prostate cancer, screening knowledge, health literacy, PSA test, digital rectal examination, health disparities, men's health, cancer awareness.

THE DİGİTAL BATTLEFİELD: UNDERSTANDİNG CYBERBULLYİNG'S GRİP ON TUNİSİAN YOUTH

Fedi Ben Dhaou [1,2,3], Maroua Trigui [2,3], Yosra Harrabi [1] , Asyl Mnasri [1], Sameh Moalla [1], Zeineb Mallek [2,3], Ghada Nasri [2,3], Emna Mziou [2,3], Mouna Baklouti [2,3], Mondher Kassis [2,3], Bassem Abid [1,3]

1 - Higher Institute of Nursing Sciences, Sfax, Tunisia
2 - Hygiene Department, Habib Bourguiba University Hospital, Sfax, Tunisia
3 - Faculty of Medicine of Sfax, University of Sfax, Sfax, Tunisia

INTRODUCTION

With the widespread use of digital technologies, cyberbullying has emerged as a pervasive form of harassment affecting adolescents. Its psychological impact and associated factors require comprehensive investigation.

AIM

To assess the prevalence of cyberbullying and identify associated sociodemographic, behavioral, and clinical factors among high school students.

METHODS

A cross-sectional study involving 715 high school students examined cyberbullying through a validated questionnaire. Six types of cyberbullying were evaluated: verbal victimization (oral and written), identity theft, online exclusion, visual mockery, and sexual content. Statistical analysis included descriptive statistics and logistic regression.

RESULTS

Cyberbullying prevalence reached 64.9% (n=464), with 97.8% experiencing low-level harassment and 2.2% high-level. The median cyberbullying score was 21 (IQR [19-24]). Verbal victimization through phone calls was most common (49%), particularly nuisance calls (90% of verbal victims). Written verbal victimization affected 33.3%, identity theft 29.1%, online exclusion 28.5%, visual mockery 14%, and sexual content 9.2%.

Significant sociodemographic risk factors included age 17-19 years (OR=1.562, p=0.007), being in a relationship (OR=1.996, p=0.002), fourth-year enrollment (OR=1.623, p=0.014), grade repetition history (OR=1.467, p=0.033), and paternal illiteracy (OR=0.403, p=0.010).

Lifestyle factors associated with increased risk included smoking (OR=1.642, p=0.040), social media use ≥7 hours/day (OR=1.734, p=0.002), and 5-6 hours of sleep (OR=1.851, p=0.005).

Clinical factors showed strong associations: psychiatric history (OR=2.937, p<0.001), suicidal ideation (OR=2.704, p<0.001), suicide attempts (OR=2.169, p=0.002), medical history (OR=2.119, p<0.001), and traumatic events (OR=2.309, p<0.001). Specific traumas including robbery (OR=2.781, p=0.003), medical procedures (OR=1.928, p=0.021), loss of a loved one (OR=1.844, p<0.001), and sexual harassment (OR=2.402, p=0.025) significantly increased vulnerability.

Both academic (OR=0.646, p=0.006) and daily life satisfaction (OR=0.428, p<0.001) were protective factors.

CONCLUSİON

Cyberbullying affects nearly two-thirds of high school students, predominantly through verbal harassment via digital platforms. Multiple risk factors converge, including advanced academic level, relationship status, mental health conditions, traumatic experiences, and excessive screen time. Life satisfaction—both academic and general—provides significant protection, emphasizing the need for comprehensive prevention programs addressing digital literacy, mental health support, and well-being promotion.

Keywords: Cyberbullying; cyber-victimization; adolescents; social media; digital harassment; mental health; risk factors; protective factors; Tunisia

THE PRACTİCE GAP - INFLUENZA VACCİNATİON BEHAVİORS AND PREVENTİVE MEASURES AMONG HEALTHCARE PROFESSİONELS

Fedi Ben Dhaou [1,2,3], Maroua Trigui [2,3], Chiheb Abdennadher [1] , Anas Elloumi [1], Ghada Nasri [2,3], Zeineb Mallek [2,3], Emna Mziou [2,3], Mouna Baklouti [2,3], Mondher Kassis [2,3], Bassem Abid [1,3]
1 - Higher Institute of Nursing Sciences, Sfax, Tunisia
2 - Hygiene Department, Habib Bourguiba University Hospital, Sfax, Tunisia
3 - Faculty of Medicine of Sfax, University of Sfax, Sfax, Tunisia

INTRODUCTION

Healthcare workers face dual imperatives regarding influenza: protecting themselves from occupational exposure while preventing transmission to vulnerable patients. Despite these responsibilities and professional knowledge expectations, influenza vaccination rates among healthcare personnel remain suboptimal globally. Understanding actual vaccination practices and associated preventive behaviors is essential for developing effective intervention strategies.

AIM

To evaluate influenza vaccination practices and related preventive behaviors among nursing and technical healthcare staff, examining the gap between knowledge and action in infection control.

METHODS

A cross-sectional study included 430 healthcare workers from two university hospitals. Practice was assessed using an 8-item questionnaire examining vaccination history, preventive behaviors (mask use, hand hygiene, healthcare-seeking), recommendation activities, and educational program participation. Scores ranged from 10-39, categorized as poor (10-25), moderate (26-29), or good (30-39) practice. Current-year vaccination status was also documented.

RESULTS

The study revealed a concerning dissociation between professional responsibilities and actual preventive practices. Only 26.5% of healthcare workers (n=114) reported receiving influenza vaccination during the current year, leaving nearly three-quarters unvaccinated despite occupational risk and patient contact. The overall practice assessment showed a median score of 22 (IQR = 17-27, range 10-39), with 53.5% demonstrating poor practices (n=230), 26.7% moderate practices, and only 19.8% good practices. This means over half of healthcare workers engaged in inadequate infection prevention behaviors. Examination of specific practices revealed heterogeneous adherence to preventive measures. Hand hygiene—the cornerstone of infection control—showed relatively good compliance: 73.5% reported frequent or very frequent handwashing before and after patient contact (37.7% frequent, 35.8% very frequent, n=316), though 10.5% admitted rare handwashing and 0.9% never washed hands. Mask use during respiratory symptoms showed moderate adherence: 44.2% used masks frequently or very frequently when

symptomatic (20.9% and 23.3%, respectively), while 33% used them only occasionally, 15.3% rarely, and 7.4% never used masks despite having symptoms. Healthcare-seeking behavior for respiratory symptoms was surprisingly poor given professional status: only 36.1% frequently or very frequently consulted healthcare facilities when experiencing cough, cold, or sore throat, while 27% did so occasionally, 28.1% rarely, and 8.8% never sought care. Vaccination-related behaviors revealed systematic deficiencies. Personal vaccination history was inconsistent: only 28.4% had frequent or very frequent past influenza vaccination (16.5% and 11.9%, respectively), while 15.8% vaccinated occasionally, 14.2% rarely, and 41.6% never received influenza vaccination. Regular annual vaccination was even rarer, with only 22.5% reporting frequent or very frequent regular vaccination (15.8% and 6.7%), while 48.6% never vaccinated regularly. Family vaccination promotion was limited: only 33% frequently or very frequently recommended vaccination to family members (25.8% and 7.2%), with 34% never making such recommendations. Professional recommendation behaviors were inadequate: only 32.4% frequently or very frequently recommended influenza vaccination to patients or colleagues as healthcare professionals (24.7% and 7.7%), while 23.5% did so occasionally, 25.8% rarely, and 18.4% never made professional vaccination recommendations. Educational exposure was minimal: 47.9% never participated in educational programs about influenza and vaccination, 15.3% rarely participated, 13.3% occasionally, 16% frequently, and only 7.5% very frequently, indicating systematic gaps in continuing education.

CONCLUSİON

This practice assessment unveils a critical implementation gap where healthcare workers—despite their professional obligations and patient contact—demonstrate alarmingly poor influenza vaccination practices and inconsistent adherence to preventive behaviors.

Keywords: Influenza vaccination, vaccination practices, healthcare workers, infection prevention, vaccination coverage, hand hygiene, occupational health, preventive behaviors.

BEYOND THE SCHOOLYARD: UNVEİLİNG THE HİDDEN EPİDEMİC OF BULLYİNG AMONG TUNİSİAN ADOLESCENTS

Fedi Ben Dhaou [1,2,3], Maroua Trigui [2,3], Yosra Harrabi [1] , Asyl Mnasri [1], Sameh Moalla [1], Zeineb Mallek [2,3], Ghada Nasri [2,3], Emna Mziou [2,3], Mouna Baklouti [2,3], Mondher Kassis [2,3], Bassem Abid [1,3]
1 - Higher Institute of Nursing Sciences, Sfax, Tunisia
2 - Hygiene Department, Habib Bourguiba University Hospital, Sfax, Tunisia
3 - Faculty of Medicine of Sfax, University of Sfax, Sfax, Tunisia

INTRODUCTION

School bullying represents a significant public health concern affecting adolescent well-being and academic performance. Understanding its prevalence and associated factors is crucial for developing effective prevention strategies.

AIM

To determine the prevalence of school bullying and identify associated sociodemographic, clinical, and lifestyle factors among high school students in Sidi Bouzid.

METHODS

A cross-sectional study was conducted among 715 high school students. School bullying was assessed using a standardized questionnaire evaluating various forms of intimidation. Statistical analysis included Chi-square tests and odds ratios with 95% confidence intervals.

RESULTS

The prevalence of school bullying was 37.9% (n=271). Verbal intimidation was the most common form (20.6%), with hurtful mockery and teasing affecting 11.7% of students. The median number of bullying methods experienced was 3 (IQR [2-5]). False rumors affected 18.4% of students, while physical intimidation occurred in 3.2%.

Significant risk factors included female gender (OR=1.724, p=0.001), being in the mathematics section (OR=1.844, p=0.047), and social media connection ≥7 hours/day (OR=1.539, p=0.010). Clinical factors strongly associated with bullying included psychiatric history (OR=6.176, p<0.001), suicide attempts (OR=4.993, p<0.001), suicidal ideation (OR=3.816, p<0.001), medical history (OR=3.166, p<0.001), and sexual harassment (OR=3.539, p<0.001). Traumatic events such as robbery (OR=1.995, p=0.011), medical procedures (OR=1.637, p=0.044), and traffic accidents (OR=2.447, p=0.010) also increased vulnerability.

Daily life satisfaction provided significant protection against school bullying (OR=0.498, p<0.001).

CONCLUSİON

School bullying affects more than one-third of high school students, with significant associations to mental health conditions, traumatic experiences, and excessive social media use. Female students and those in mathematical sections appear particularly vulnerable. Life satisfaction emerges as a protective factor,

highlighting the importance of holistic intervention strategies targeting both individual risk factors and overall well-being.

Keywords: School bullying; intimidation; adolescents; high school students; risk factors; mental health; life satisfaction; Tunisia.

EPİDEMİOLOGİCAL PROFİLE AND LİFESTYLE HABİTS OF HİGH SCHOOL STUDENTS İN SİDİ BOUZİD

Fedi Ben Dhaou [1,2,3], Maroua Trigui [2,3], Asyl Mnasri [1] , Yosra Harrabi [1], Sameh Moalla [1], Zeineb Mallek [2,3], Ghada Nasri [2,3], Emna Mziou [2,3], Mouna Baklouti [2,3], Mondher Kassis [2,3], Bassem Abid [1,3]
1 - Higher Institute of Nursing Sciences, Sfax, Tunisia
2 - Hygiene Department, Habib Bourguiba University Hospital, Sfax, Tunisia
3 - Faculty of Medicine of Sfax, University of Sfax, Sfax, Tunisia

INTRODUCTION

Adolescence is a critical developmental period characterized by the establishment of lifestyle habits that can significantly impact long-term health and well-being. Understanding the epidemiological profile and behavioral patterns of high school students is essential for developing targeted public health interventions.

AIM

To describe the sociodemographic characteristics, lifestyle habits, and clinical profile of high school students in Sidi Bouzid, Tunisia.

METHODS

A cross-sectional descriptive study was conducted among 715 high school students. Data were collected on sociodemographic characteristics, lifestyle habits including substance use, digital behavior, sleep patterns, physical activity, and clinical history including mental health and traumatic experiences.

RESULTS

The study population had a median age of 17 years (IQR [16-18]), with a female predominance (62%, n=443) and sex ratio of 0.61. Nearly all students (98.3%) were from Sidi Bouzid. The majority were single (83.1%) and lived with their families (98.6%). Students were distributed across academic years: 21.8% first year, 29.8% second year, 25.6% third year, and 22.8% fourth year. Among those in specialized sections, 22.9% were in humanities. Grade repetition affected 28% of students, with 76.5% having repeated once. Parental education showed 25.9% of fathers and 22.1% of mothers had university education, while 4.5% of fathers and 7.4% of mothers were illiterate. Most families had middle-income status (79.4%), with 15.5% high-income and 5% low-income. Social support was available to 72.6% of students, primarily from family (75%), followed by friends (51.4%).

Digital connectivity was nearly universal, with 95.8% (n=685) using social networks with a median connection time of 5 hours/day (IQR [3-8]). Substance use included smoking in 14% of students (median 10 cigarettes/day, IQR [8-20]) and energy drink consumption in 12.7% (median 2 times/week, IQR [1-4]). Sleep patterns showed a median duration of 8 hours/night (IQR [6-8]), with 52.9% sleeping 7-8 hours, 21.9% over 8 hours, 17.8% sleeping 5-6 hours, and 7.4% sleeping less than 5 hours. Only 36.8% (n=263) engaged in regular physical activity.

Medical history was present in 31.9% of students (n=228), while psychiatric history affected 12.3% (n=88). Mental health concerns were significant: 22.2% (n=159) reported suicidal ideation and 14.3% (n=102) had attempted suicide. Traumatic experiences affected 54.4% (n=389), with loss of a loved one being most common (71%, n=276), followed by medical procedures (19%, n=74), robbery (14.9%, n=58), sexual harassment (10.8%, n=42), and traffic accidents (8.7%, n=34).

Daily life satisfaction was reported by 61.3% (n=438) of students, while academic satisfaction was expressed by 54% (n=386).

CONCLUSİON

High school students in Sidi Bouzid present a complex epidemiological profile characterized by near-universal digital connectivity with extended screen time, moderate rates of substance use, generally adequate sleep patterns, but low physical activity levels. These findings underscore the need for comprehensive school-based health programs addressing mental health support, lifestyle modification (particularly physical activity promotion and screen time management), trauma-informed care, and creation of supportive academic environments.

Keywords: Adolescent health; lifestyle habits; epidemiology; high school students; mental health; social media use; physical activity; sleep patterns; substance use; traumatic experiences; Sidi Bouzid; Tunisia

THE SATİSFACTİON PARADOX: WHAT MAKES TUNİSİAN TEENAGERS THRİVE OR MERELY SURVİVE?

Fedi Ben Dhaou [1,2,3], Maroua Trigui [2,3], Asyl Mnasri [1] , Yosra Harrabi [1], Sameh Moalla [1], Zeineb Mallek [2,3], Ghada Nasri [2,3], Emna Mziou [2,3], Mouna Baklouti [2,3], Mondher Kassis [2,3], Bassem Abid [1,3]

1 - Higher Institute of Nursing Sciences, Sfax, Tunisia
2 - Hygiene Department, Habib Bourguiba University Hospital, Sfax, Tunisia
3 - Faculty of Medicine of Sfax, University of Sfax, Sfax, Tunisia

INTRODUCTION

Life satisfaction during adolescence is a crucial indicator of psychological well-being and successful development. Understanding factors that influence satisfaction in both daily and academic life can inform interventions to support adolescent mental health.

AIM

To assess levels of daily life and academic satisfaction among high school students and identify associated sociodemographic, lifestyle, and clinical factors.

METHODS

A cross-sectional study of 715 high school students (62% female, median age 17 years) evaluated satisfaction with daily and academic life. Data on sociodemographic characteristics, lifestyle habits, clinical history, and experiences of bullying and cyberbullying were collected and analyzed using Chi-square tests and logistic regression.

RESULTS

Overall, 61.3% of students (n=438) reported satisfaction with their daily life, while 54% (n=386) expressed satisfaction with their academic life. The majority of students lived with their families (98.6%), were single (83.1%), and came from middle-income backgrounds (79.4%). Most students (95.8%) used social media, with a median connection time of 5 hours/day (IQR [3-8]).

Clinical burden was substantial: 31.9% had medical history, 12.3% had psychiatric history, 22.2% experienced suicidal ideation, and 14.3% had attempted suicide. Traumatic experiences affected 54.4% of students, most commonly loss of a loved one (71% of those with trauma).

Life satisfaction showed significant inverse associations with both school bullying and cyberbullying. Students dissatisfied with daily life had higher rates of school bullying (81.6% vs 66.9%, OR=0.498, $p<0.001$) and cyberbullying (76.2% vs 57.8%, OR=0.428, $p<0.001$). Academic dissatisfaction was associated with increased cyberbullying (70.2% vs 60.4%, OR=0.646, $p=0.006$).

Protective factors for life satisfaction included adequate sleep (52.9% slept 7-8 hours), social support (72.6% had support networks, primarily from family), and regular physical activity (36.8%). Risk factors included excessive social media use (≥7 hours/day), insufficient sleep, substance use (14% smoking, 12.7% energy drink consumption), and mental health conditions

CONCLUSİON

While the majority of high school students report satisfaction with their daily and academic lives, substantial minorities experience dissatisfaction that is strongly associated with victimization through bullying and cyberbullying. The bidirectional relationship between life satisfaction and harassment highlights the importance of addressing both well-being and safety in educational settings. Mental health conditions, traumatic experiences, and poor lifestyle habits emerge as key factors undermining satisfaction. Comprehensive school-based interventions should promote positive lifestyle habits, provide mental health support, strengthen social support networks, and create safe learning environments free from harassment to enhance overall adolescent well-being and satisfaction.

Keywords: Life satisfaction; academic satisfaction; adolescent well-being; quality of life; high school students; protective factors; risk factors; bullying; cyberbullying; mental health; Tunisia

THE IMPACT OF PLAY AND PLAY MATERIALS ON COGNITIVE DEVELOPMENT IN NUMERACY AMONG PRE-PRIMARY SCHOOL CHILDREN IN KAURA, KADUNA STATE, NIGERIA

TANKO, LINUS
EMMMANUEL D. SAMBE
EPHRAIM K. YUNANA
[1]Department of Early Childhood Care and Education
[2,3]Department of Special Education
Kaduna State College of Education,
Gidan Waya, Kaduna State

ABSTRACT

The study investigates the impact of play and play materials on cognitive development in numeracy among pre-primary school pupils. The study was conducted in Kaura Local Government Area (LGA) of Kaduna State. The study adopted an ex post facto research design and was guided by 3 research questions and 3 null hypotheses, all tested at the 0.05 level of significance. A sample of 40 pupils was selected from the population, consisting of 20 males and 20 females, using a multi-stage sampling technique. The instrument used for data collection was the Numeracy Achievements Test (NAT), which consisted of twenty multiple-choice items with three options A, B, and C. The items in NAT were developed to evaluate lower and higher thinking processes. The study's instruments were validated, and a trial test was conducted to assess the reliability of the instruments. The research questions were addressed using descriptive statistics, including the mean and standard deviation. The hypotheses were tested at a 0.05 level of significance using an independent samples t-test. The findings revealed that pupils taught with play and play materials achieved significantly better results than those taught without them. Similarly, the hypothesis testing the difference in performance between male and female nursery three pupils revealed that there was no difference in the numeracy skills of male and female pupils. It was recommended that Children in pre-primary education be taught through the play-way method because it exposes and involves pupils in playing and performing various activities that are capable of arousing their interest in learning.

Keywords: Play, Play Materials, Cognitive Development, Numeracy, Pre-primary School

INFLUENCE OF MULTI-PORT GAS DISTRIBUTION CONFIGURATION ON DBD OZONE GENERATOR PERFORMANCE: COMPARATİVE ANALYSİS OF SİNGLE, DUAL, AND QUAD INLET-OUTLET SYSTEMS FOR ENHANCED ENERGY EFFICIENCY

GHAITAOUI Essama Ahmed
ICEPS Laboratory, Djillali Liabes University of Sidi Bel-Abbes, Sidi Bel-Abbes, Algeria.
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0006-2862-6955
NASSOUR Kamel
ICEPS Laboratory, Djillali Liabes University of Sidi Bel-Abbes, Sidi Bel-Abbes, Algeria.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-1082-9595
NEMMICH Said
APELEC Laboratory, Djillali Liabes University of Sidi Bel-Abbes, Sidi Bel-Abbes, Algeria.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0002-7767-0032
GHAITAOUI Touhami
LDDI Laboratory, University Ahmed Draia – Adrar, Adrar Algeria.
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-2359-6727
OULAD NAOUI Brahim El Khalil
APELEC Laboratory, Djillali Liabes University of Sidi Bel-Abbes, Sidi Bel-Abbes, Algeria.
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0002-4349-0989

Abstract

Ozone generation efficiency in dielectric barrier discharge (DBD) reactors is significantly influenced by gas flow dynamics and distribution patterns within the discharge chamber. This experimental investigation presents a systematic comparative analysis of three distinct inlet-outlet configurations to evaluate their impact on ozone production capacity and energy efficiency in DBD-based water purification systems. The study examines a single-inlet/single-outlet diagonal configuration (G1), a dual-inlet/dual-outlet system (G2), and a quad-inlet/quad-outlet arrangement (G3) using identical cylindrical DBD reactor geometry. The reactor comprises a glass dielectric tube with 44 mm outer diameter, 2.5 mm wall thickness, and 300 mm length, incorporating a 90 mm cylindrical high-voltage electrode and stainless steel ground electrode with 0.55 mm discharge gap. Experimental characterization employed a high-voltage power amplifier system (Trek 30/20 A, ±30 kV), precision current and voltage monitoring equipment, and calibrated ozone detection instrumentation (Ozone Solutions 106H) operating at constant oxygen flow rate of 4 L/min from a 95% purity concentrator. Power consumption measurements utilized Lissajous figure methodology with capacitive charge transfer analysis. Performance evaluation encompassed ozone concentration measurements, specific energy consumption calculations, and

discharge uniformity assessment across all configurations. Results demonstrate substantial performance enhancement with increased inlet-outlet ports. The quad-inlet/quad-outlet configuration (G3) exhibited superior ozone generation rates compared to single and dual-port designs, attributed to optimized oxygen distribution throughout the discharge volume and enhanced plasma uniformity across the reaction chamber. Energy efficiency analysis revealed marked reduction in specific energy consumption per unit ozone produced for the G3 configuration, indicating optimal utilization of electrical energy for ozone synthesis. The improved gas distribution minimized preferential flow pathways and dead zones, maximizing oxygen molecule exposure to active plasma regions. These findings establish multi-port gas distribution as a critical design parameter for enhancing DBD ozone generator performance in industrial water purification applications.

Keywords: Dielectric barrier discharge; Gas flow distribution; Ozone generator optimization; Energy efficiency; Multi-port configuration; Water purification

OPTIMIZATION OF A HYBRID SYSTEM (PV-FUEL CELL) OF ENERGY PRODUCTİON FOR AN İSOLATED SİTE

T. Ghaitaoui[a],*, I. Arbaoui[b], A. E. Ghaitaoui[a] ,S. Laribi[a], and Ali Abderrazak Tadjeddine [c], Dahbi Hassane[b], youcef halali

[a] Laboratoire de Développement Durable et Informatique (LDDI), Faculté des Sciences et de la Technologie, Université d'Adrar, d'Adrar, Algeria

[b]Faculty of Material Sciences, Mathematics, and Computer Science, University Ahmed Draia of Adrar, 1000 Adrar, Algeria.

[c]LSETER Laboratory, Technology Institute, University of Nour Bachir El-Bayadh, Algeria.

Abstract

This Recently, there has been a shift in autonomous micro-grid systems, moving away from reliance on fossil fuels. Instead, these systems are now integrating existing renewable energies in specific areas to promote sustainability in the energy sector. One promising method for energy storage and transmission is through the use of hydrogen and solar energy, especially in remote regions where hybrid techniques can meet the required energy demands. Our research focuses on electrifying a agricultural site located in the SBAA region, specifically in ADRAR city, southwest Algeria. We propose the implementation of an independent small electric network that combines various renewable energy sources (PV/Full cell). To ensure cost-effectiveness, we aim to optimize and control the system's components, carefully sizing them through a meticulous selection process. This study evaluates the technical and economic feasibility of renewable energy systems, with the goal of reducing the total net cost, energy expenses, and unfulfilled load, while also minimizing CO2 emissions. The simulation program HOMER Pro is used to conduct this analysis. Overall, the proposed system demonstrates positive results in electrifying remote areas while maintaining a conservative cost of electrical energy, ultimately establishing sustainable regions

Keywords: agricultural site , electrolyzer, fuel cell, Homer pro software, hydrogen tank, PV energy.

ETHNOBOTANICAL DIVERSITY OF MEDICINAL PLANTS IN RURAL COMMUNITIES OF RISSANI, MOROCCO

Maria EL ANSARI

[1]Environment and valorization of microbial and plant resources Unit, Faculty of Sciences, Moulay Ismail University of Meknes, Morocco.

ORCID ID: https://orcid.org/0009-0004-8244-6993

Mariame NAJEM

[2]Laboratory of Drug Sciences, Faculty of Medicine, Pharmacy and Dentistry, Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fez, Morocco.

ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-3568-7028

Khalid BOURAADA

[3]Natural Resources and Sustainable Development Economics Research Laboratory, Polydisciplinary Faculty of Larache. Abdelmalek Essaadi University, Tetouan, Morocco.

Jamal IBIJBIJEN

[1]Environment and valorization of microbial and plant resources Unit, Faculty of Sciences, Moulay Ismail University of Meknes, Morocco.

Laila NASSIRI

[1]Environment and valorization of microbial and plant resources Unit, Faculty of Sciences, Moulay Ismail University of Meknes, Morocco.

ABSTRACT

Evaluation of medicinal plant biodiversity represents a crucial resource for supporting primary healthcare and the health security of local populations. This study aimed to characterize the floristic diversity of medicinal plants used in the Rissani Cercle, Errachidia Province, and to assess their importance for local health.

The survey was conducted with 56 practitioners, including herbalists and traditional healers, using a semi-structured questionnaire. The collected data were analyzed qualitatively and quantitatively by calculating several ethnobotanical indices: species relative frequency of citation (RFC), family relative frequency of citation (RFCf), and fidelity level (FL).

The inventory recorded 171 species distributed across 64 families, dominated by Lamiaceae with 16 species and a family RFC of 9.81, and Fabaceae with 16 species and a family RFC of 7.25. These species belong to 151 genera, among which *Allium*, *Artemisia*, and *Mentha* were the most represented with three species each. Digestive disorders were the most frequently treated (27.64% of uses), with an FL of 100% for 40 species, followed by urogenital disorders (16.48%) with an FL of 100% for 23 species. The most

cited medicinal plants were *Artemisia herba-alba* Asso, *Rosmarinus officinalis* L. , and *Ammodaucus leucotrichus* Coss. , with RFC values of 0.75, 0.696, and 0.643, respectively. The observed endemism rate was 9.94%, with 17 endemic species out of the 171 recorded.

These results demonstrate that Saharan medicinal plant diversity constitutes a strategic resource for primary healthcare, providing local therapeutic solutions and potential for the discovery of new bioactive compounds. The conservation of endemic species is essential to maintain this therapeutic heritage and support the health security of rural populations.

Keywords: Biodiversity, Medicinal plants, Ethnobotany, Primary healthcare, Rissani Cercle, Endemism.

THE IMPACT OF AI ON THE HUMAN ELEMENT OF EDUCATİON: OPPORTUNİTİES AND ETHİCAL CHALLENGES

V. Vishal
First year BSc.CS(AI)
Department of Computer Science (Artificial Intelligence)
NADAR MAHAJANA SANGAM S VELLAICHAMY NADAR COLLEGE, Nagamalai Madurai-19
Tamilnadu India
Dr. S. Selvem
Head & Assistant professor
Department of Computer Science (Artificial Intelligence)
NADAR MAHAJANA SANGAM S VELLAICHAMY NADAR COLLEGE, Nagamalai Madurai-19
Tamilnadu India

Abstract

Artificial Intelligence (AI) is revolutionizing the educational landscape by offering personalized learning paths, automated grading, and 24/7 tutoring. While these advancements promise increased efficiency and accessibility, they pose significant risks to the "human element" of teaching. This paper explores the limitations of AI in replicating the social-emotional support provided by human educators. It analyzes technical barriers such as algorithmic bias and data privacy, alongside the philosophical concern that an over-reliance on machines may hinder the development of critical thinking and empathy in students. The paper concludes that AI should serve as a supportive tool rather than a replacement for the essential mentorship of a teacher.

1. Introduction

Education is a deeply social process involving the transmission of not only facts but also values, culture, and interpersonal skills. The integration of Generative AI and adaptive learning platforms has changed how students interact with knowledge. However, the machine-led approach often reduces learning to a statistical optimization problem. This research examines the critical gaps where AI fails to meet the holistic needs of a student, emphasizing the necessity of maintaining a human-centric educational model.

2. What Holistic Education Involves

- **Social-Emotional Learning (SEL):** Developing empathy, teamwork, and self-awareness.
- **Mentorship:** Receiving guidance and inspiration from a trusted human role model.
- **Critical Thinking:** Challenging status quo ideas through debate and subjective inquiry.
- **Ethical Development:** Navigating moral dilemmas within a community context.
- **Cultural Competence:** Understanding diverse perspectives and lived experiences.

3. AI in Education

- **3.1 Personalized Learning:** Adjusting difficulty levels based on individual student data.
- **3.2 Automated Feedback:** Providing instant corrections for grammar, math, or coding.
- **3.3 Administrative Efficiency:** Reducing the grading burden on teachers for repetitive tasks.
- **3.4 Accessibility Tools:** Offering real-time translation and voice-to-text for diverse learners.

4. Limitations of AI in the Classroom

Limitation Category	Description	Example of Impact
1. Lack of Empathy	AI cannot sense a student's frustration or emotional distress.	A struggling student loses motivation because the AI only identifies "wrong answers" without offering encouragement.
2. Algorithmic Bias	AI models trained on specific datasets may favor certain dialects or cultures.	A grading algorithm unfairly penalizes a student for using regional or non-standard linguistic expressions.
3. Privacy & Ethics	Constant monitoring of student behavior leads to "digital surveillance."	Sensitive personal data or learning habits are stored and potentially leaked or misused by third parties.
4. Creative Erosion	Students may rely on AI to generate ideas rather than developing their own.	Assignments become "machine-readable" rather than expressive, leading to a decline in original thought.
5. Technical Dependence	Schools in low-resource areas face a "digital divide."	Students without stable internet or expensive devices are excluded from the benefits of AI-driven learning.

5. Case Studies in Educational AI

- **Case Study 1: The Bias in Automated Grading:** Research has shown that some AI essay-graders reward length and complex vocabulary over actual depth of argument, misleading students about what constitutes "good writing."

- **Case Study 2: The Loneliness of Remote AI Learning:** During pilot programs for fully automated courses, students reported higher levels of "technostress" and isolation compared to classes with a visible human instructor.

6. Conclusion

The integration of AI in education offers exciting possibilities for efficiency and customization. However, the technical and ethical limitations of AI—specifically its inability to provide genuine emotional support and its tendency toward bias—highlight the irreplaceable role of the human teacher. For education to remain a transformative force, technology must remain secondary to the human relationship at the heart of the classroom.

7. Reference

1. Buelvas Parra et al. (2024)
Artificial Intelligence in Education: Benefits, Challenges, and Ethical Considerations According to Scientific Evidence
https://doi.org/10.63278/jicrcr.vi.606
2. Farooqi et al. (2024)
Ethical Considerations and Challenges in the Integration of Artificial Intelligence in Education: A Systematic Review
3. Bulut et al. (2024)
The Rise of Artificial Intelligence in Educational Measurement: Opportunities and Ethical Challenges (arXiv)
https://arxiv.org/abs/2406.18900
4. Chinta et al. (2024)
FairAIED: Navigating Fairness, Bias, and Ethics in Educational AI Applications (arXiv)
https://arxiv.org/abs/2407.18745
5. Lodhi & Lodhi (2025)
Integration of AI in STEM Education: Ethical Challenges in K-12 Settings (arXiv)
https://arxiv.org/abs/2510.19196

A COMPARATIVE STUDY OF ASTRONOMY AND ASTROLOGY: SCIENTIFIC FOUNDATIONS AND CONCEPTUAL DIFFERENCES

M.DHINESH KUMAR,
First Year of Bsc.CS(AI),
Department of Computer Science (Artificial intelligence)
NADAR MAHAJANA SANGAM S.VELLAICHAMY NADAR COLLEGE,
MADURAI-19,Tamilnadu,India.
Dr.S.Selvam,
Head & Assistant professor
Department of Computer Science(Artificial Intelligence),
NADAR MAHAJANA SANGAM S.VELLAICHAMY NADAR COLLEGE, Nagamalai
MaduraiI-19,Tamilnadu,India.

Abstract

Astronomy and astrology both involve the study of celestial bodies, yet they differ fundamentally in methodology, purpose, and scientific validity. Astronomy is a natural science grounded in empirical observation and mathematical modeling, while astrology is a belief system that interprets celestial positions as influencing human affairs. This paper examines the historical origins of both fields, their divergence over time, their methodologies, predictive capabilities, and their status in modern society. The analysis demonstrates that astronomy adheres to the scientific method and produces testable, verifiable knowledge, whereas astrology lacks empirical support and is classified as a pseudoscience.

Astrology

Belief system

Interpretation and

tradition

Predict human

affairs

Horoscopes,

zodiac charts

Not scientifically

proven

(1)Introduction

Since ancient times, humans have observed the sky to understand their environment and their place in the universe. Early civilizations did not distinguish clearly between astronomy and astrology; both were intertwined in attempts to explain natural phenomena and human destiny. However, with the development of scientific inquiry, astronomy evolved into a rigorous scientific discipline, while astrology remained

rooted in symbolic interpretation. This paper aims to clarify the differences between astronomy and astrology by analyzing their historical development, methods, and scientific credibility.

(2)Historical Background

2.1 Common Origins

In ancient civilizations such as those of Mesopotamia, Egypt, Greece, India, and China, celestial observations were used for timekeeping, agriculture, navigation, and divination. Planetary movements were recorded carefully, forming the basis for both astronomical calculations and astrological interpretations.

2.2 Divergence During the Scientific Revolution

The separation of astronomy and astrology became pronounced during the Scientific Revolution (16th–17th centuries). Thinkers such as Nicolaus Copernicus, Galileo Galilei, Johannes Kepler, and Isaac Newton introduced mathematical laws and experimental validation into the study of celestial motion. Astronomy adopted these principles, while astrology did not integrate systematic testing or empirical validation, leading to its exclusion from the scientific domain.

(3)Methodological Differences

3.1 Astronomy and the Scientific Method

Astronomy operates under the scientific method, which includes observation, hypothesis formation, experimentation, and revision based on evidence. Astronomical theories are falsifiable and subject to peer review. Observations are conducted using advanced instruments such as optical and radio telescopes, satellites, and space probes.

Key characteristics of astronomy include:

- Empirical data collection
- Mathematical modeling
- Predictive accuracy
- Reproducibility of results

3.2 Astrology as a Belief System

Astrology relies on symbolic interpretations of celestial positions at the time of an individual's birth. Its methods are not standardized, and interpretations vary widely among practitioners. Astrological claims are typically vague and non-falsifiable, meaning they cannot be reliably tested or disproven through experimentation.

(4)Objects and Scope of Study

4.1 Astronomy

Astronomy investigates physical objects and phenomena such as:

- Stars and planetary systems
- Galaxies and nebulae
- Black holes and dark matter
- Cosmic background radiation and the origin of the universe

The field contributes directly to advancements in physics, engineering, and space exploration

4.2 Astrology

Astrology focuses on:

- Zodiac signs
- Planetary alignments
- Astrological houses and aspects
- Personality traits and future predictions

These elements are interpreted symbolically rather than physically.

(5)Predictive Power and Accuracy

5.1 Astronomical Predictions

Astronomy demonstrates high predictive accuracy. Phenomena such as eclipses, planetary transits, comet returns, and spacecraft trajectories can be predicted centuries in advance using established physical laws.

5.2 Astrological Claims

Astrology claims to predict personality traits and life events; however, numerous studies have failed to demonstrate consistent correlations between astrological predictions and measurable outcomes. As a result, astrology lacks scientific credibility.

(6)Educational and Professional Recognition

6.1 Astronomy

Astronomy is a recognized academic discipline taught at universities worldwide. Professionals in the field include researchers, professors, astrophysicists, and engineers working in observatories and space agencies.

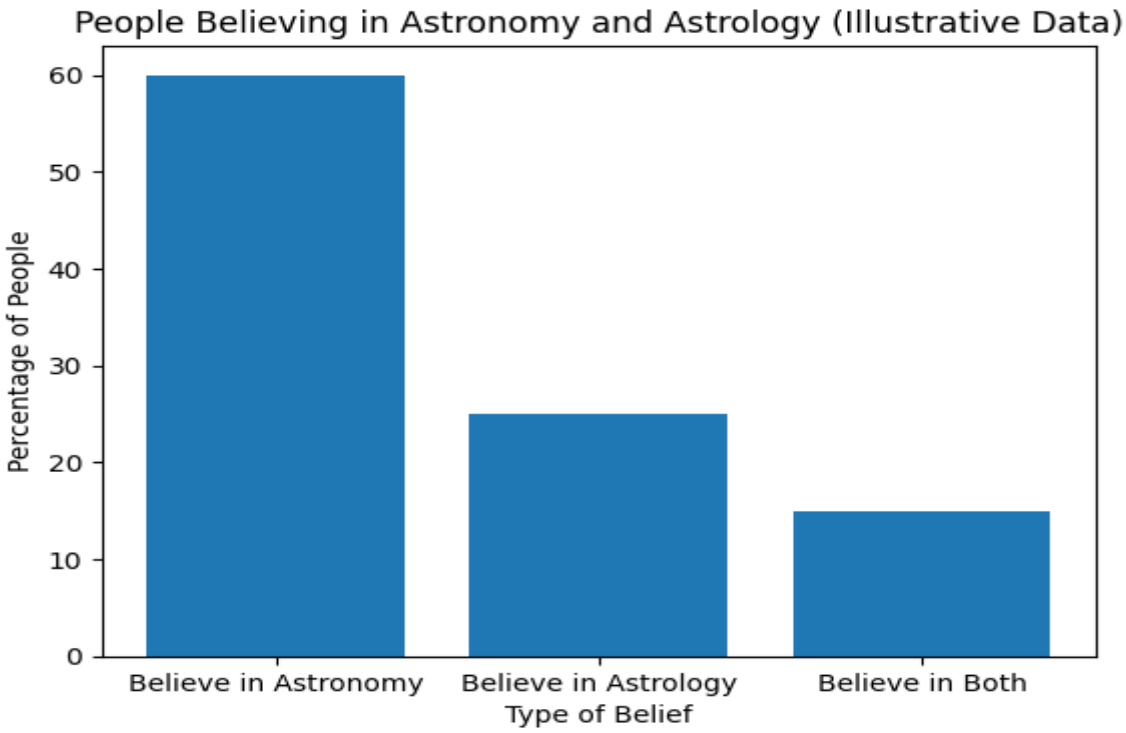
6.2 Astrology

Astrology is not recognized as a scientific discipline and is not taught as science in academic institutions. It is practiced primarily as a cultural, spiritual, or entertainment activity, without standardized certification or validation.

(7)Psychological and Cultural Factors Supporting Astrology

Despite the lack of scientific evidence, astrology remains popular due to psychological and cultural factors such as confirmation bias, the Barnum effect (where general statements feel personally relevant), and its role in providing emotional reassurance during uncertainty.

(8)PEOPLE BELIEVING IN ASTRONOMY AND ASTROLGY



(9)Conclusion

Although astronomy and astrology share historical roots, they differ fundamentally in nature and purpose. Astronomy is a science that seeks to understand the universe through empirical evidence and mathematical laws, while astrology is a belief system that attributes symbolic meaning to celestial positions in relation to human life. Recognizing this distinction is essential for scientific literacy and critical thinking in modern society.

References

References for Belief in Astrology

- **Pew Research Center (2024)** found that **about 27 % of U.S. adults say they believe in astrology** (that celestial positions influence people's lives). Pew Research Center

  📌 This is a recent and reputable survey used in social science research.

- **Statista (2022)** reports that **around 27 % of Americans believe in astrology**, while about **51 % do not** and **22 % are unsure**. Statista

  📌 This supports the above Pew figure and shows how belief varies.

- **Pew Research Center (2021) on beliefs in India**: **~44 % of Indians say they believe in astrology** (i.e., planetary positions influence life). Pew Research Center

  📌 Useful if you want **India-specific data**.

- **Academic article (iSTAR database)** shows a large portion of students *consider astrology scientific*, illustrating how non-scientific belief can persist even among educated groups. istardb.org

🏛 References About Belief vs Scientific Understanding

- **NSF surveys** on public views of pseudoscience note that **many Americans do not see astrology as scientific**, though belief still exists

NEURO-ADAPTIVE FEDERATED META-LEARNING FOR HUMAN–AI COLLABORATION IN DISTRIBUTED SYSTEMS

N.Santhosh
Second year B.sc CS(AI)
Department of Computer science(AI)
Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College,
Nagamalai, Madurai-19

B.Madhan kumar
Second year B.sc CS(AI)
Department of Computer science(AI)
Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College,
Nagamalai, Madurai-19

Dr. S. Selvam
Head and Assistant professor
Department of artificial intelligence
Nadar mahajana sangam S. Vellaichamy Nadar College,
Nagamalai, Madurai-19,

❖ Abstract:

Federated learning has emerged as a powerful paradigm for distributed artificial intelligence, enabling collaborative model training without the need for centralized data collection. However, existing frameworks struggle to balance personalization, adaptability, and communication efficiency in heterogeneous environments. In this work, we introduce Neuro-Adaptive Federated Meta-Learning (NAFML), a framework that integrates meta-learning with neural adaptivity to enhance scalability and human–AI collaboration. The proposed system incorporates user feedback within the training loop to improve personalization and trustworthiness. We evaluate NAFML against widely used baselines such as FedAvg, FedProx, MAML, and Per-FedAvg on multiple datasets spanning healthcare, smart IoT, and autonomous systems. Results show that NAFML achieves superior accuracy, faster convergence, and lower communication cost, while also improving adaptability to user-specific tasks. These findings suggest that neuro-adaptive learning mechanisms can significantly advance the robustness and efficiency of federated AI ecosystems.

Keywords: Federated Learning, Meta-Learning, Neuro-Adaptive Systems, Human–AI Collaboration, Distribution

1.Introduction:

Artificial intelligence (AI) increasingly operates in decentralized environments, where data are distributed across devices and organizations. Traditional centralized learning poses risks to data privacy and security, motivating the rise of federated learning (FL), which enables collaborative model training without raw data sharing. Despite its advantages, FL faces limitations when deployed in heterogeneous environments, such as non-IID data, varying computation power, and the demand for personalization.

Parallel to this, meta-learning has been explored as a way to enable rapid adaptation across tasks.However, standalone meta-learning frameworks lack the privacy-preserving properties of FL and are not directly optimized for large-scale distributed systems. To address these shortcomings, we propose Neuro-Adaptive Federated Meta-Learning (NAFML), a system that combines federated optimization with meta-learning while incorporating adaptive neural feedback.

The key contributions of this paper are:

1. A neuro-adaptive federated meta-learning framework that integrates user feedback for improved personalization.



2. A scalable architecture that reduces communication overhead while maintaining high accuracy.



3. Empirical validation across multiple domains, demonstrating superior performance compared to existing baselines.

2. Related Work:

- Federated Learning (FL): FedAvg introduced the foundational concept of parameter aggregation in distributed environments. Extensions such as FedProx improved robustness under data heterogeneity.
- Meta-Learning: Methods such as Model-Agnostic Meta-Learning (MAML) and Reptile provided rapid generalization across tasks. Per-FedAvg further combined meta-learning with FL to improve personalization.
- Human–AI Collaboration: Recent studies highlight the importance of integrating human-in-the-loop feedback to improve trust, transparency, and adaptability.

Our work extends these approaches by embedding neuro-adaptive feedback into federated meta-learning, thereby achieving both personalization and scalability in distributed environments.

3. Methodology:

3.1 Framework Overview:

The NAFML framework consists of four main components:

Local Learners --- Each device trains a task-specific model using its private dataset.

Meta-Learner ---- Aggregates local updates to produce a generalizable initialization.

Neuro-Adaptive Module---Incorporates reinforcement signals from human feedback to fine-tune local adaptation.

Federated Aggregator---- Performs secure aggregation to ensure privacy-preserving optimization.

3.2 Key Features:

Personalization: Local adaptation enables task-specific model refinement.

Scalability: Optimized communication protocols reduce synchronization cost.

Trustworthiness: User feedback is embedded to enhance interpretability and reliability.

Efficiency: Communication-efficient updates reduce bandwidth requirements.

4. Experimental Setup:

4.1 Datasets

We evaluate NAFML on:

Healthcare: MIMIC-III dataset for predictive patient outcomes.

Autonomous Driving: nuScenes dataset for trajectory prediction.

IoT Networks: Smart city sensor data for traffic forecasting.

4.2 Baselines:

We compare against:

- FedAvg
- FedProx
- MAML
- Per-FedAvg

4.3 Metrics:

- Accuracy (%)
- Personalization Index (PI)
- Communication Cost (MB)
- Convergence Speed (Epochs)

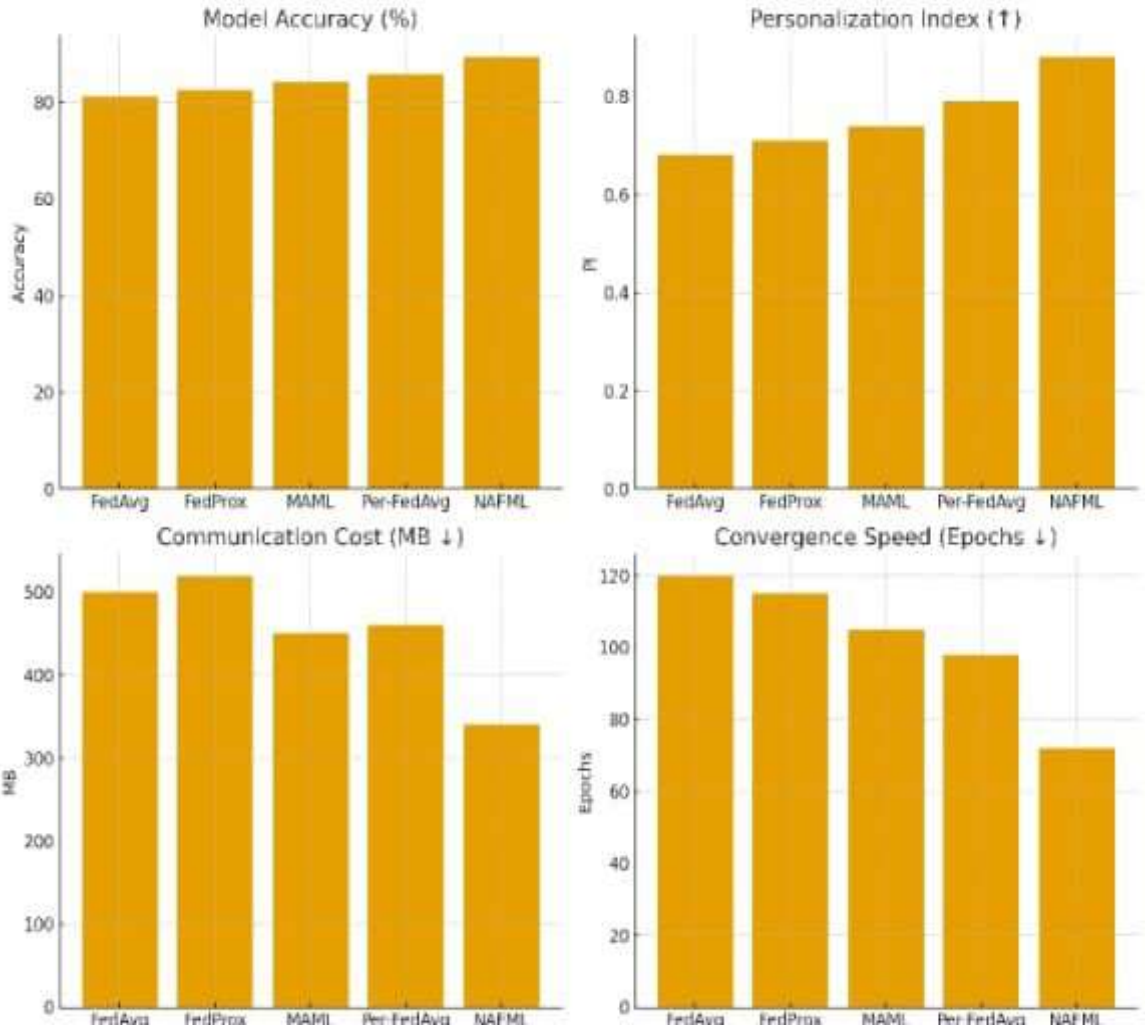
These are the metrics of our comparison.

5. Results and Discussion:

5.1 Quantitative Comparison:

MODEL	**Accuracy** (%)	**PI** (↑)	**Comm. Cost** (MB ↓)	**Convergence** (Epochs ↓)
FedAvg	81.2	0.68	500	120
FedProx	82.5	0.71	520	115
MAML	84.1	0.74	450	105
Per-FedAvg	85.7	0.79	460	98
NAFML	89.3	0.88	340	72

5.2 Performance Comparison of Federated and Meta-Learning Methods:



For reference this image is taken from google.

5.2 Analysis:

The results demonstrate that NAFML consistently outperforms the baselines in terms of accuracy and personalization. Communication cost is reduced by nearly 30% compared to Per-FedAvg, and convergence speed is improved by 26%. The integration of neuro-adaptive feedback appears to be the key factor in enabling robust adaptation across heterogeneous environments.

5.3 Limitations:

While promising, NAFML requires higher computational resources for local adaptation and depends on the quality of user feedback. Future work may focus on lightweight neuro-adaptive modules to reduce device-side overhead.

6. Conclusion:

This paper introduced Neuro-Adaptive Federated Meta-Learning (NAFML), a framework designed to enhance personalization, scalability, and trust in distributed AI systems. Experimental results show clear improvements over existing methods in accuracy, convergence, and communication efficiency. Future research directions include integrating blockchain for secure aggregation, exploring quantum-enhanced optimization, and deploying NAFML in real-world cross-domain applications such as healthcare and autonomous mobility.

References:

[1] McMahan, H. B., et al. (2017). Communication-efficient learning of deep networks from decentralized data. AISTATS.

[2] Li, T., et al. (2018). Federated optimization in heterogeneous networks. MLSys.

[3] Finn, C., Abbeel, P., & Levine, S. (2017). Model-agnostic meta-learning for fast adaptation of deep networks. ICML.

[4] Nichol, A., Achiam, J., & Schulman, J. (2018). On first-order meta-learning algorithms. arXiv preprint.

[5] Fallah, A., Mokhtari, A., & Ozdaglar, A. (2020). Personalized federated learning with theoretical guarantees: A model-agnostic meta-learning approach. NeurIPS.

[6] Shneiderman, B. (2020). Human-centered artificial intelligence: Reliable, safe & trustworthy. International Journal of Human–Computer Interaction.

THE IMPORTANCE OF PULSE OXIMETRY IN THE DIAGNOSIS AND MONITORING OF HUMAN PATHOLOGIES

ISMAILI Mohamed
RATTAL Mourad
LYAZIDI AISSAM
Laboratory : Biomedical Sciences and Engineering, Biophysic and health
Hassan 1st University, Higher Institute of Health Sciences

Abstract

Pulse oximetry is a non-invasive monitoring technique widely used to assess arterial oxygen saturation (SpO_2) and heart rate. Over the past decades, it has become an essential tool in clinical practice, particularly in the diagnosis, monitoring, and management of respiratory, cardiovascular, and infectious diseases. This article presents a structured review of the scientific literature evaluating the diagnostic and prognostic value of pulse oximetry. The physiological principles, clinical relevance, methodological limitations, and future perspectives of this technology are discussed based on quantitative data reported in peer-reviewed studies.

Keywords: Pulse oximetry, oxygen saturation, SpO_2, hypoxemia, clinical diagnosis, patient monitoring.

1. Introduction

Oxygen delivery is fundamental for cellular metabolism and organ function. Impaired oxygenation may lead to tissue hypoxia, organ dysfunction, and increased morbidity and mortality. Therefore, accurate and timely assessment of arterial oxygen saturation is a cornerstone of clinical evaluation, particularly in critically ill patients.

Pulse oximetry, introduced into clinical practice in the late twentieth century, allows continuous and non-invasive estimation of arterial oxygen saturation. Initially limited to operating rooms and intensive care units, its use has expanded to emergency medicine, outpatient care, and home monitoring. The widespread adoption of pulse oximetry reflects its clinical utility in the early detection of hypoxemia and in guiding therapeutic decision-making.

2. Methods

2.1 Study Design

This study is based on a **structured narrative review of the scientific literature** aimed at analyzing the clinical importance of pulse oximetry in the diagnosis and monitoring of human pathologies. This approach was selected to synthesize evidence from clinical, observational, and experimental studies evaluating the performance and clinical impact of pulse oximeters.

2.2 Data Sources

A comprehensive literature search was conducted primarily using the **PubMed/Medline** database. Additional sources included the **NCBI Bookshelf** and high-impact medical journals in the fields of

anesthesiology, pulmonology, cardiology, and critical care medicine. Publications from the 1980s to 2024 were considered to include both foundational and recent evidence.

2.3 Search Strategy

Search terms and Medical Subject Headings (MeSH) were combined using Boolean operators. Key search terms included:

- "Pulse oximetry"
- "Oxygen saturation"
- "Hypoxemia"
- "Clinical diagnosis"
- "Patient monitoring"

Titles and abstracts were screened for relevance, followed by full-text review of eligible articles.

2.4 Inclusion and Exclusion Criteria

Inclusion criteria comprised peer-reviewed studies involving human subjects that evaluated the diagnostic accuracy, clinical utility, or outcomes associated with pulse oximetry. Articles published in English or French with quantitative data were included.

Exclusion criteria included animal studies, non-peer-reviewed publications, editorials without original data, and studies lacking methodological clarity.

2.5 Data Extraction and Analysis

Extracted data included study design, patient population, clinical setting, reference standards (e.g., arterial blood gas analysis), reported SpO_2 values, and statistical indicators such as correlation coefficients, sensitivity, and specificity. Data were analyzed qualitatively and comparatively to identify consistent trends and limitations across studies.

2.6 Methodological Limitations

This review did not include a formal meta-analysis, limiting the ability to generate pooled quantitative estimates. Additionally, potential publication bias and variability in measurement conditions were acknowledged.

3. Results

The reviewed literature consistently demonstrated a strong correlation between pulse oximetry-derived SpO_2 and arterial oxygen saturation (SaO_2), with reported correlation coefficients ranging from **0.96 to 0.97** under stable physiological conditions.

Pulse oximetry was shown to be particularly valuable in the early detection of hypoxemia in patients with respiratory diseases such as asthma, chronic obstructive pulmonary disease (COPD), pneumonia, and

acute respiratory distress syndrome. In perioperative and critical care settings, continuous SpO_2 monitoring was associated with reduced incidence of severe hypoxemic events.

Several studies also highlighted the cost-effectiveness of pulse oximetry, especially in low-resource settings, where its implementation contributed to improved patient safety and reduced preventable complications.

However, the accuracy of pulse oximetry was reduced in certain conditions, including low peripheral perfusion, patient movement, severe anemia, and increased skin pigmentation, potentially leading to underdiagnosis of hypoxemia.

4. Discussion

The findings of this review confirm that pulse oximetry is a cornerstone of modern clinical monitoring. Its non-invasive nature, ease of use, and ability to provide continuous real-time data make it indispensable for both acute and chronic patient management.

Despite its demonstrated clinical value, pulse oximetry should not be used in isolation. Clinicians must interpret SpO_2 readings within the broader clinical context and remain aware of its technical limitations. In cases requiring precise assessment of oxygenation and ventilation, arterial blood gas analysis remains the reference standard.

Future technological developments, including improved sensor design and algorithmic correction for known biases, may further enhance the reliability and equity of pulse oximetry measurements.

5. Conclusion

Pulse oximetry plays a critical role in the diagnosis and monitoring of human pathologies by enabling early detection of hypoxemia and facilitating timely clinical intervention. While certain limitations persist, the overall evidence supports its continued and expanded use across diverse clinical settings. Pulse oximetry remains an essential component of contemporary medical practice and patient safety.

References

1. Mahnensmith RP, Chesney D. *Pulse oximetry: a review of the theory, accuracy, and clinical applications.*
2. Baker T, et al. *Peri-operative pulse oximetry in low-income countries: a cost-effectiveness analysis.*
3. StatPearls Publishing. *Pulse Oximetry.*
4. Fawzy A, et al. *Clinical outcomes associated with overestimation of oxygen saturation by pulse oximetry.* JAMA Network Open.

FEMVERTISING AS A STRATEGIC MARKETING TOOL:A CONCEPTUAL FRAMEWORK

Tamanna Rathee
Research Scholar, Department of Commerce,
MD University, Rohtak
Orcid Id: 0009-0000-3393-6620
Dr. Mamta Ranga
Assistant Professor, Govt. PG College
for Women, Rohtak
Mamta Rani
Research Scholar , Department of Commerce,
MD University, Rohtak

Abstract

Femvertising has become an important strategy in modern marketing as consumers increasingly prefer brands that promote socially responsible and empowering messages. Although many studies discuss the general rise of empowerment-based advertising, research specifically explaining how femvertising functions as a strategic marketing tool to strengthen brand image remains limited. Addressing this gap, the main objective of this conceptual paper is to examine the influence of femvertising on brand image by reviewing existing secondary literature. This study relies entirely on secondary data collected from published research articles, advertising case analyses, theoretical discussions, and industry reports, without involving any primary data. The review shows that femvertising, through positive and non-stereotypical portrayals of women, helps brands appear more ethical, progressive, and socially aware. Prior studies consistently highlight that such advertising enhances emotional connection, consumer trust, and favourable perceptions of the brand. Based on these findings, the paper proposes a simple conceptual framework suggesting a direct positive relationship between femvertising and brand image. The overall findings indicate that authentic femvertising can significantly improve brand image by aligning brand values with contemporary social expectations. The implications suggest that marketers should adopt genuine empowerment-based messaging and avoid tokenistic or superficial portrayals, as authenticity plays a crucial role in shaping consumer perceptions. This conceptual review contributes to marketing literature by summarizing existing knowledge and offering a foundation for future empirical research.

Keywords : Femvertising, Brand Image, Strategic Marketing Tool, Empowerment Advertising, Consumer Perception.

IMPACT ASSESSMENT ON AGRICULTURAL CROP AND LAND FOR REMOVAL OF TOP RICH SOIL IN BRICK MANUFACTURING AT BOALI UNION IN GAZIPUR, BANGLADESH

Md Rasel Uddin

Department of Civil Engineering, Dhaka University of Engineering and Technology, Gazipur, Bangladesh.

Nur Nahar

Department of Finance and Banking, Tejgoan Women College, Dhaka, Banglabesh

Abstract—

Soil organic matter in Bangladesh is declining day by day and productive land has also been reduced due to removal of top rich soil mainly for brick production. An investigation and questionnaire survey were undertaken at Boali Union in Gazipur district, Bangladesh during the period of September 2023 to November 2023 to evaluate the variation of soil fertility and rice productivity between top rich soil removal land for brick manufacturing and normal agricultural land. 12 samples (6 samples for adjacent normal agricultural land and 6 samples for top rich soil removal land) were taken from three sites namely S1, S2 and S3 at the depth of about 0-15 cm to analysis of chemical properties of soil. Questionnaire survey was designed with 50 farmers to evaluate the variation of major crop production. The variety of the crop was rice. The study showed that the grain yield of rice was significantly influenced by top rich soil removal. The study also showed that, the average yield of rice decreased 5.18 ton/ha with decreasing the level of chemical properties mainly Nitrogen (N), Phosphorous (P), Potassium (K), Iron (Fe) and Sulphur (S). Mean value of these mentioned chemical properties for top rich soil removal land were very low (0.05 %), low (6.84 µg g^{-1}), low (0.08 meq $100g^{-1}$), low (3.11 µg g^{-1}) and medium (21.33 µg g^{-1}) respectively. On the other hand, nutrients for adjacent normal agricultural land were low (0.17 %), optimum (14.44 µg g^{-1}), medium (0.19 meq $100g^{-1}$), medium (7.03 µg g^{-1}) and high (38.67 µg g^{-1}) respectively. Therefore, it to be concluded that top rich soil removal for brick manufacturing is the main cause of low fertility as we as low productivity.

Keywords— top soil fertility, N-P- K, brick manufacturing, soil nutrients, agricultural land.

1. INTRODUCTION

The sub-soil is the fundamental resources for plant. But soil degradation and organic matters declination restrains agricultural production (Lal, 2015). More than 7000 brick kilns are serving in Bangladesh to reach the demand of brick for constructing infrastructures (Haque et al., 2022). Brick kilns need top rich soil for brick manufacturing, removal of top rich soil lead adverse impact on crops production reduced likely 40-80% (Biswas et al., 2018). Top soil management is must needed to ensure the crops production.

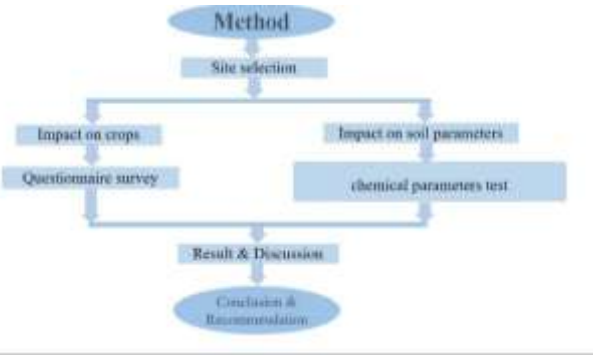
Now a days, use of top soil of agricultural land is great threatening to environmental and economic concern as Bangladesh is a developing country can not afford huge amount of agricultural land lose (Hossain et al., 2019). Therefore, major problems regarding lowered fertility of top soil, less crops production as well as worst socio-economic condition were identified due to top rich soil collection for brick production (Jerin et al., 2017).

In Gazipur at Boalia Union, top rich soil is mainly collected to brick making purpose. Removal of top rich soil decreased the soil nutrients and hence reduced the crops productivity mainly rice in the study area. Based on these points, the study was conducted to meet the following objectives:

a) To investigate the impact on major agricultural crops like rice due to top rich soil removal for brick production.
b) To investigate the changes in soil properties and fertility due to top soil removal.

2. MATERIALS AND METHODOLOGY

After selecting the site, the study was conducted using questionnaire survey and chemical parameters test to calculate both impact on crops and impact on soil parameters respectively. Figure 1 shows the step by step methodology of our study.



2.1 Study area

The study site was located at Boali union in Kaliakair upazila under Gazipur district. Which is about 55Km North of Dhaka city. The location of the site situated at 24.0750°N latitudes and 90.2167°E longitudes.

2.2 Sample collection

Total number of 12 samples were collected from three different locations (S1, S2 and S3) of Boali union during the period of September 2023 to November 2023. Among them 6 samples were collected from normal agricultural land and 6 samples were collected from top rich soil removal land. Normal agricultural land soil samples were denoted as N-1, N-2, N-3, N-4, N-5 and N-6. Besides, top rich soil removal samples were denoted as R-1, R-2, R-3, R-4, R-5 and R-6. The samples were collected from both land in average

depth of 0-15cm from the top layer of land using local spade. After collecting the samples, we made a composite sample for normal agricultural land and another for removal of top rich soil sample. About 1000 g of soil samples were taken and air dried for 7 days at room temperature. The samples were made free from visible roots and debris. Wooden hammer was used to break aggregate soil and passed through 2 mm opening size sieve and screened to pass through 0.5 mm opening size sieve. For making composite sample, sieved sample were mixed carefully and packaging was done using polythene bags with necessary labeling like mentioning location, date of collection and sample number.

For determining the impact on major crop specially on rice, 50 nos production statement of rice were taken from individual farmer.

2.3 Sample analysis

Soil pH was measured with the help of a glass electrode pH meter using soil: water suspension of 1:2.5 as describe by Jackson (1962). Total nitrogen content in soil was determined by micro Kjeldahl method (Bremner and Mulvaney, 1982). Available Phosphorous content was extracted from soil with 0.5M $NaHCO_3$ solution at a pH 8.5 (Olsen et al., 1954). Exchangeable potassium of soil was determined directly by ammonium acetate extraction method (Satter et al., 1987). Available iron of soil samples was extracted by atomic absorption spectrophotometer (Christian and Feldman, 1970) using lamp at appropriate wavelength for the respective element. Available sulfur of soil was determined by calcium chloride extraction method (Williums and Steinbergs, 1959). Impact on rice was calculated based on questionnaire survey data. Mean, Standard deviation, Maximum standard deviation and Minimum standard deviation were calculated by using Microsoft excel 2013. The status of the soil properties were reported based on Fertilizer Recommendation Guide 2018 (BARC, 2018).

3. RESULT AND DISSCUSSION

pH

The mean value of the pH of normal agricultural land was slightly acidic (6.24) but in top rich soil removal land was slightly alkaline (7.44). Table 1 indicates the range of pH of the normal agricultural land was 5.98 to 6.96 (Slightly Acidic to Neutral) and in top rich soil removal land was 6.89 to 7.90 (Neutral to Slightly Alkaline). (Islam et al., 2021) observed that the range of pH value of soil around 5.53 to 6.0. Normal range for well grown of rice is 5.60 to 7.3 (neutral), as sufficient nutrients are available in this range (BARC, 2018).

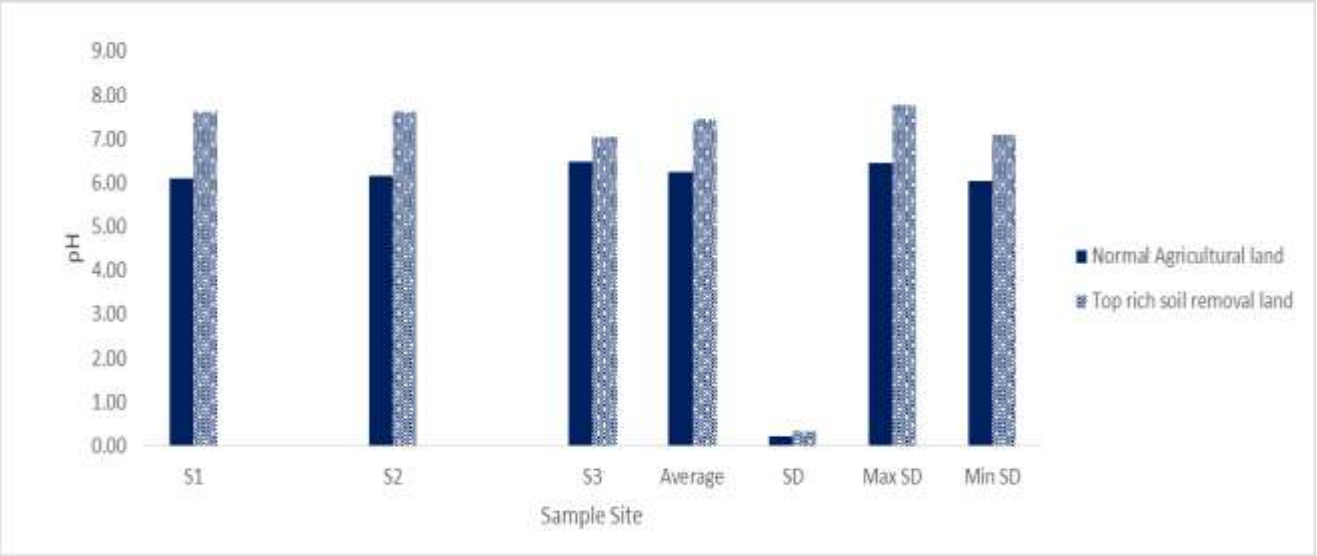


Figure 1: Comparison of pH value between normal agricultural land and top rich soil removal land

Table 1: Comparison of soil nutrients status for rice between normal agricultural land and top rich soil removal land

Soil Nutrients	Site	Normal Agricultural land Average*	Range	Top rich soil removal land Average*	Range
pH	S1	6.10	5.98 to 6.96	7.64	6.89 to 7.90
	S2	6.15		7.63	
	S3	6.47		7.05	
	Mean	6.24		7.44	
	Max SD	6.44		7.77	
	Min SD	6.03		7.10	
	Status	Slightly Acidic	Slightly Acidic to Neutral	Slightly Alkaline	Neutral to Slightly Alkaline
Total Nitrogen (N) %	S1	0.18	0.11 to 0.19	0.04	0.03 to 0.06
	S2	0.15		0.04	
	S3	0.17		0.05	
	Mean	0.17		0.05	
	Max SD	0.18		0.05	
	Min SD	0.15		0.04	
	Status	Low	Low to Medium	Very Low	Very Low
Available Phosphorous (P) ($\mu g\ g^{-1}$)	S1	14.98	12.96 to 17.26	7.50	5.10 to 8.10
	S2	13.08		5.99	
	S3	15.26		7.03	
	Mean	14.44		6.84	
	Max SD	15.62		7.61	
	Min SD	13.25		6.06	
	Status	Optimum	Optimum to High	Low	Low to Medium
Potassium (K) ($meq\ 100g^{-1}$)	S1	0.21	0.16 to 0.23	0.08	0.05 to 0.10
	S2	0.19		0.06	
	S3	0.17		0.09	

	Mean	0.19		0.08	
	Max SD	0.21		0.09	
	Min SD	0.16		0.06	
	Status	Medium	Medium to Optimum	Low	Very Low to Low
Iron (Fe) *(µg g^{-1})*	S1	7.65	6.20 to 8.20	2.80	2.50 to 3.90
	S2	7.05		3.03	
	S3	6.40		3.50	
	Mean	7.03		3.11	
	Max SD	7.66		3.47	
	Min SD	6.40		2.75	
	Status	Medium	Medium	Low	Very Low to Low
Sulphur (S) *µg g^{-1})*	S1	36.08	32.59 to 45.20	22.55	16.59 to 24.50
	S2	42.75		22.85	
	S3	37.20		18.59	
	Mean	38.67		21.33	
	Max SD	42.24		23.71	
	Min SD	35.10		18.95	
	Status	High	Optimum to Very high	Medium	Low to Medium

Note: * = Average of 2 samples , Max SD = Maximum Standard Deviation (Mean+SD), Min SD = Minimum Standard Deviation (Mean-SD)

Total Nitrogen (N)

The mean value of the total nitrogen (N) of normal agricultural land was low (0.17 %) but in top rich soil removal land was very low (0.05 %). Table 1 indicates the range of total Nitrogen (N) of the normal agricultural land was 0.11 to 0.19 % (Low to Medium) and in top rich soil removal land was 0.03 to 0.06 % (Very Low). Optimum range of total nitrogen of soil was likely 0.271 to 0.36% reported by (Islam et al., 2021). For well production of rice, optimum range (>0.27%) of N is sufficient (BARC, 2018)

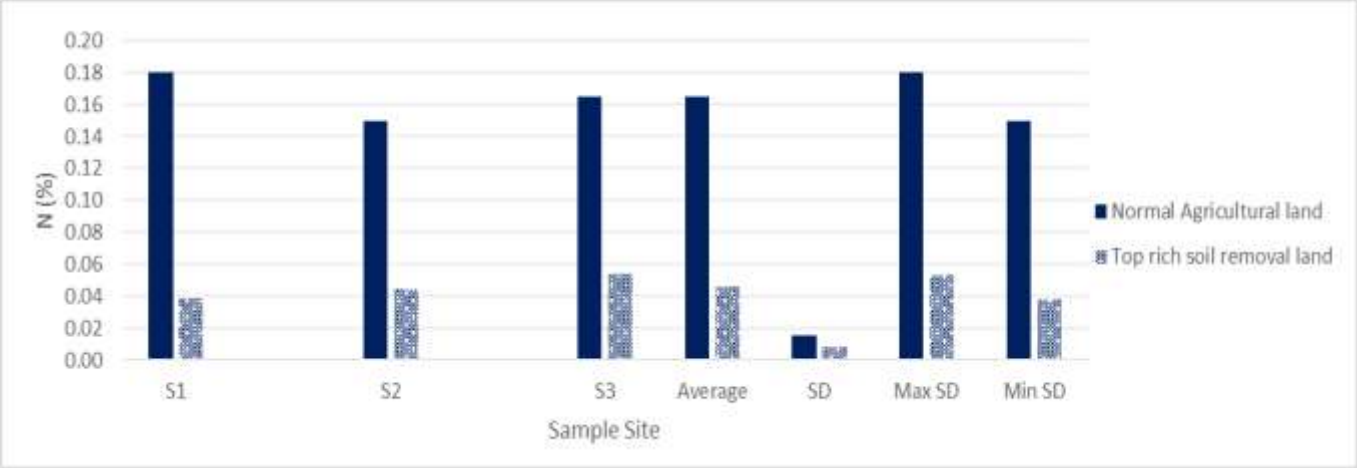


Figure 2: Comparison of total Nitrogen value between normal agricultural land and top rich soil removal land

Available Phosphorous (P)

The mean value of available Phosphorous (P) of normal agricultural land was optimum (14.44 µg g^{-1}) but in top rich soil removal land was low (6.84 µg g^{-1}). Table 1 indicates the range of available Phosphorous (P) of the normal agricultural land was 12.96 to 17.26 µg g^{-1} (Optimum to High) and in top rich soil removal land was 5.10 to 8.10 µg g^{-1} (Low to Medium). Status of available phosphorous of soil was stated as optimum range about 18.1 to 24 µg g^{-1} by (Islam et al., 2021). For enough rice production, optimum range (>11.26 µg g^{-1}) of P is suitable based on BARC, 2018.

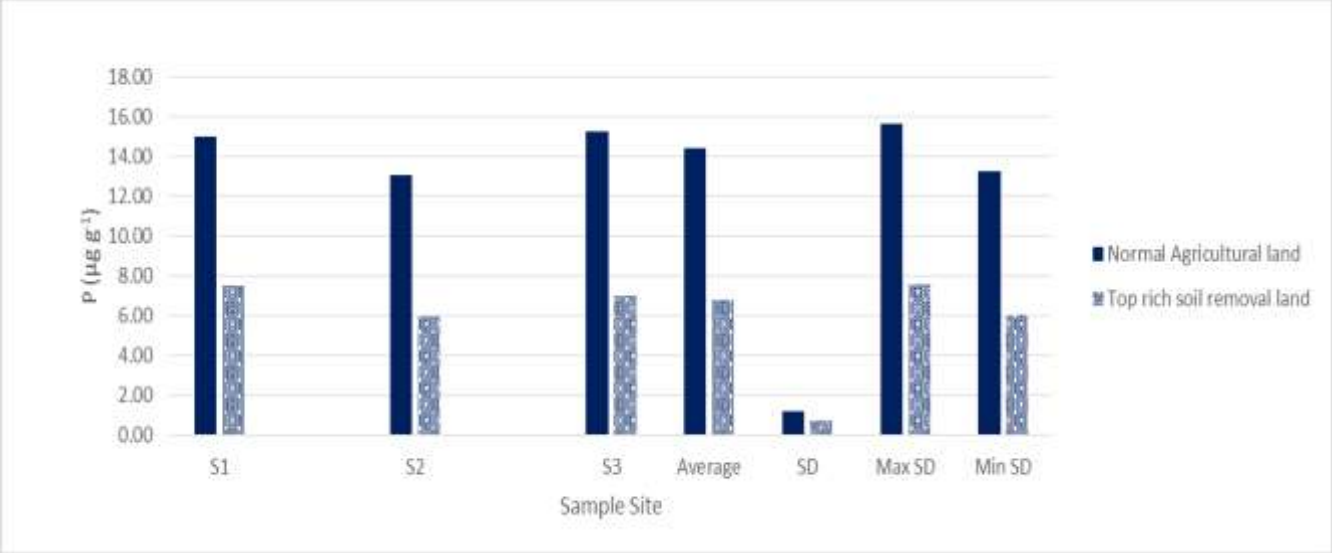


Figure 3: Comparison of available Phosphorous value between normal agricultural land and top rich soil removal land

Exchangeable Potassium (K)

The mean value of exchangeable potassium (K) of normal agricultural land was medium (0.19 meq $100g^{-1}$) but in top rich soil removal land was low (0.08 meq $100g^{-1}$). Table 1 indicates the range of exchangeable Potassium (K) of the normal agricultural land was 0.16 to 0.23 meq $100g^{-1}$ (Optimum to High) and in top rich soil removal land was 0.05 to 0.10 meq $100g^{-1}$ (Very Low to Low). Exchangeable potassium of soil as optimum range was noticed about 0.226 to 0.3 meq $100g^{-1}$ by (Islam et al., 2021). For rice production, optimum range (>0.23 meq $100g^{-1}$) of exchangeable potassium (K) is enough (BARC, 2018).

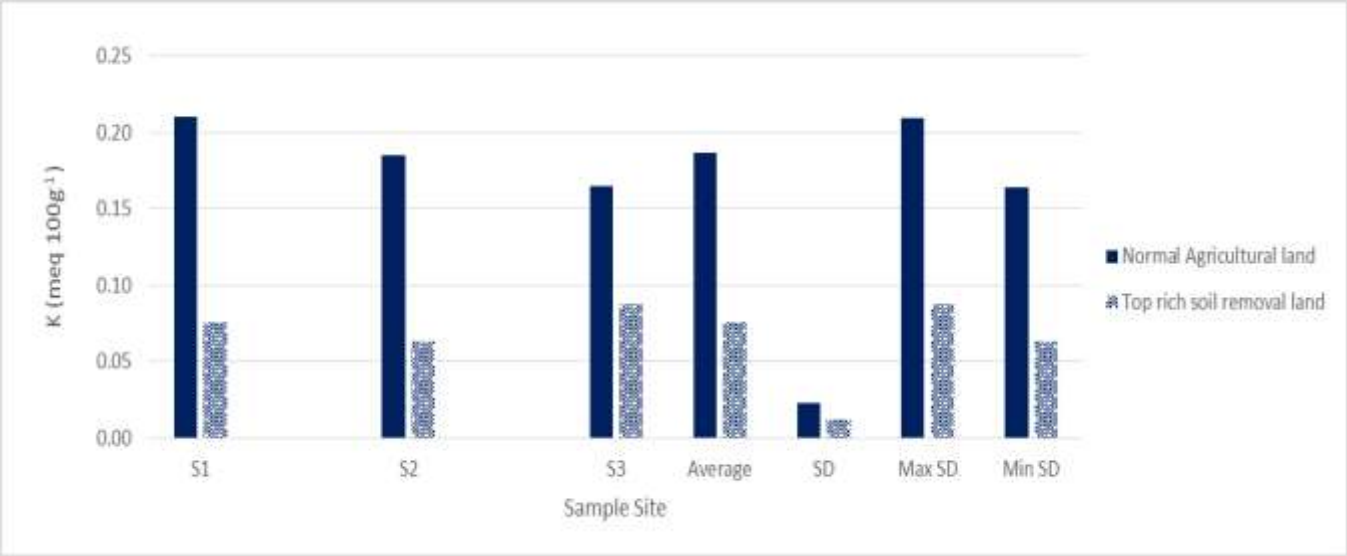


Figure 4: Comparison of exchangeable Potassium value between normal agricultural land and top rich soil removal land

Iron (Fe)

The mean value of Iron (Fe) of normal agricultural land was medium (7.03 µg g^{-1}) but in top rich soil removal land was low (3.11 µg g^{-1}). Table 1 indicates the range of iron (Fe) of the normal agricultural land was 6.20 to 8.20 µg g^{-1} (Medium) and in top rich soil removal land was 2.50 to 3.90 µg g^{-1} (Very Low to Low). (Islam et al., 2021) reported that the iron of soil to be in optimum range about 9.100 to 12.00 meq $100g^{-1}$. Generally, for rice production, optimum range (>9.1 meq $100g^{-1}$) of iron (Fe) is sufficient reported in BARC, 2018

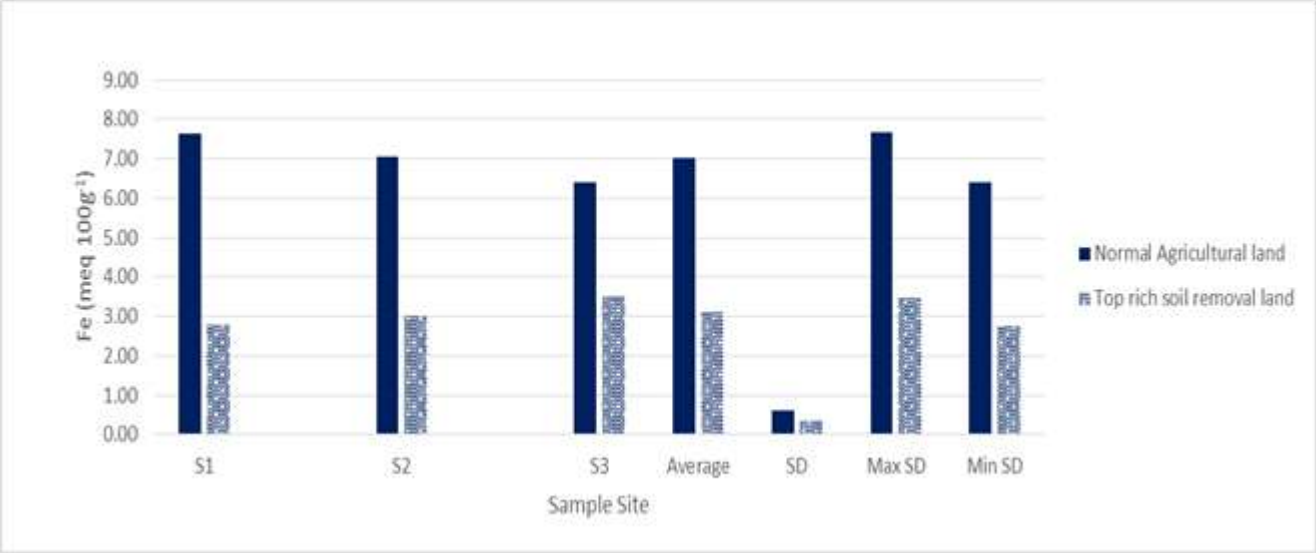


Figure 5: Comparison of Iron value between normal agricultural land and top rich soil removal land

Sulphur (S)

The mean value of sulphur (S) of normal agricultural land was high (38.67 µg g^{-1}) and in top rich soil removal land was also medium (21.33 µg g^{-1}). Table 1 indicates the range of sulphur (S) of the normal agricultural land was 32.59 to 45.20 µg g^{-1} (Optimum to Very high) and in top rich soil removal land was 16.59 to 24.50 µg g^{-1} (Low to Medium). (- et al., 2023) reported that the available average sulphur in soil was about 19.83 µg g^{-1}. Ideal production of rice, optimum range (>27.1 µg g^{-1}) of Sulphur (S) is sufficient, reported by BARC, 2018.

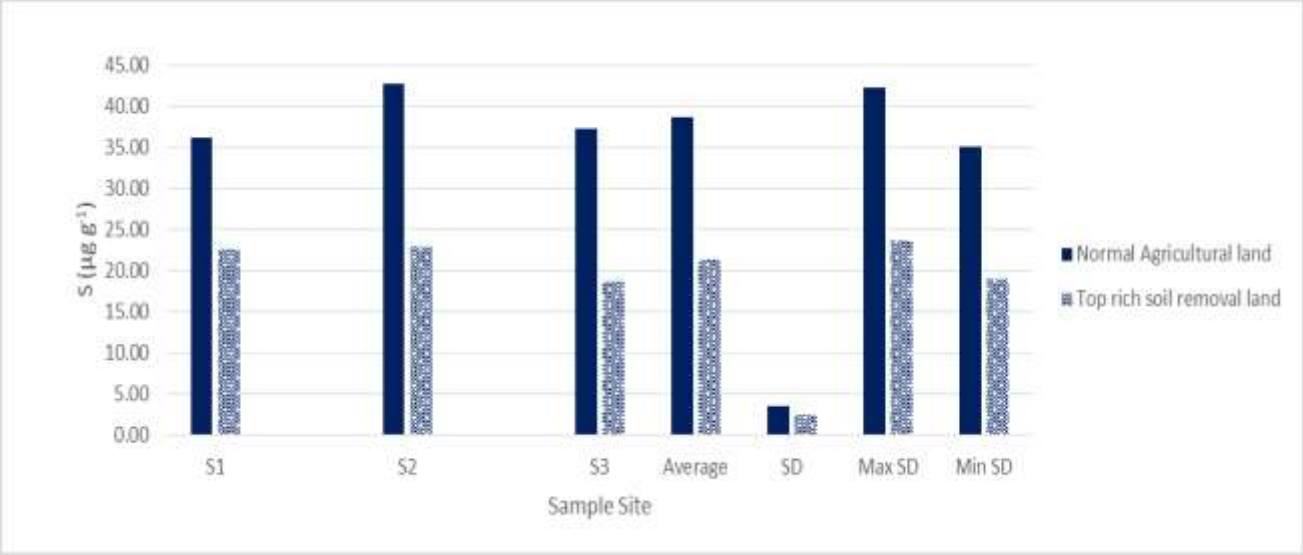


Figure 6: Comparison of Sulphur value between normal agricultural land and top rich soil removal land

Impact on crop:

Rice production of the study area for both normal agricultural land and top rich soil removal land was significantly influenced due to top soil removal. Table 2 shows the average rice production variation depending on statement given by the 50 nos farmer of the study area

Table 2: Comparison of Rice production status between normal agricultural land and top rich soil removal land

Land Type	Major Crop	Yield (ton/ha)*	Net Production decreased (ton/ha)	Production loss (%)
Normal Agricultural land	**Rice**	**6.81**	**5.18**	**76.06**
Top rich soil removal land	**Rice**	**1.63**		

Note: * = Average value of 50 statements

4. CONCLUSION

After completing the study, it was seen that, the mean value of pH of normal agricultural land was lower than the of top rich soil removal land. Beside this, the mean value of total Nitrogen (N), available Phosphorous (P), exchangeable Potassium (K), Iron (Fe) and Sulphur (S) of normal agricultural land was higher compared to top rich soil removal land for all sites. On the other point of view, the total rice production of the top rich soil removal land was significantly decreased. So, this study clearly found that, soil nutrients and rice production were significantly declined due to removal of top rich soil from the agricultural land resulting remarkable GDP losses. So, land owner should not sell their land as well top rich soil. For best outcome of the study, it can be recommended that another case study to be performed for different locations including different crops.

Acknowledgement

We would like to thank the Bangladesh Agricultural Research Council (BARC) for their research data available in online portal. Using their data, I conducted my paper baseline work smoothly. I am grateful to the farmers and land owner, because of their contribution in my field survey that made my journey smoother.

REFERENCES

-, A. K. M. A. C., -, M. S., -, M. N. I., & -, M. R. A. (2023). Evaluation of Soil Fertility for Crop Production in Beel Chiroil, Pabna, Bangladesh. *International Journal For Multidisciplinary Research*, *5*(6). https://doi.org/10.36948/ijfmr.2023.v05i06.9920

Biswas, D., Gurley, E. S., Rutherford, S., & Luby, S. P. (2018). The Drivers and Impacts of Selling Soil for Brick Making in Bangladesh. *Environmental Management*, *62*(4). https://doi.org/10.1007/s00267-018-1072-z

Haque, S. E., Shahriar, M. M., Nahar, N., & Haque, M. S. (2022). Impact of brick kiln emissions on soil quality: A case study of Ashulia brick kiln cluster, Bangladesh. *Environmental Challenges*, *9*. https://doi.org/10.1016/j.envc.2022.100640

Hossain, M. A., Zahid, A. M., Arifunnahar, M., & Siddique, M. N. A. (2019). Effect of brick kiln on arable land degradation, environmental pollution and consequences on livelihood of Bangladesh. *Journal of Science Technology and Environment Informatics*, *6*(2). https://doi.org/10.18801/jstei.060219.50

Islam, M., Nusrat, T., Jamil, M., Yesmin, F., Kabir, M., & Rimi, R. (2021). Investigation of soil properties and nutrients in agricultural practiced land in Tangail, Bangladesh. *International Journal of Agricultural Research, Innovation and Technology*, *10*(2). https://doi.org/10.3329/ijarit.v10i2.51581

Jerin, M., Mondol, S., Sarker, B., Rimi, R., & Aktar, S. (2017). Impacts of Brick Fields on Environment

and Social Economy at Bagatipara, Natore, Bangladesh. *Journal of Environmental Science and Natural Resources*, *9*(2). https://doi.org/10.3329/jesnr.v9i2.32148

Lal, R. (2015). Restoring soil quality to mitigate soil degradation. *Sustainability (Switzerland)*, *7*(5). https://doi.org/10.3390/su7055875

" PATENT LAWS AND EXCLUSIVITY IN PHARMACEUTICALS"

R . Kishore
K Vaishnavi
S . Meenatchi
V. Keerthana
Faculty of pharmacy, Bharath institute of higher Education and research ,chennai, India -600 07

Abstract :

Patent laws and market exclusivity are essential components of the pharmaceutical innovation ecosystem, designed to protect intellectual property and encourage investment in new drug development. A pharmaceutical patent grants the innovator exclusive rights to manufacture, market, and sell a drug for a fixed period, typically 20 years from the date of filing. This period allows companies to recover research and development costs while promoting innovation in therapeutic areas with unmet medical needs. In addition to patents, regulatory agencies provide various forms of exclusivity—such as data exclusivity, orphan drug exclusivity, and pediatric exclusivity—that offer additional protection beyond patent expiry. These exclusivities prevent competitors from relying on the originator's clinical data, thereby delaying the entry of generic or biosimilar products into the market.

Patent expiration plays a critical role in reducing drug prices, enabling generic manufacturers to enter the market and enhance accessibility. However, challenges such as evergreening strategies, patent litigation, and delayed generic approvals often raise concerns regarding affordability and fair competition. A balanced patent system is therefore crucial for ensuring both incentives for research and equitable access to medicines. Understanding patent laws and exclusivity mechanisms helps stakeholders navigate the regulatory landscape and supports informed decision-making in pharmaceutical policy and drug development.

Keywords : pharmaceutical patents, Drug exclusivity, patent protection, Market exclusivity, patent linkage, Generic drug entry patent expiration Data exclusivity.

AI IN GAMING: CREATING IMMERSIVE EXPERIENCES

R.KAMALAM
Second year B.SC.CS(AI)
Department of Computer Science (Aritificial Intelligence)
Nadar Mahajana Sangam S.Vellaichamy Nadar College
Nagamalai Madurai-19 Tamilnadu India

M.DEVIBALA
Second year B.SC. CS(AI)
Department of Computer Science (Aritificial Intelligence)
Nadar Mahajana Sangam S.Vellaichamy Nadar College
Nagamalai Madurai-19 Tamilnadu India

Dr S.SELVAM
Head & Assistant Professor
Department of Computer Science (Aritificial Intelligence)
Nadar Mahajana Sangam S.Vellaichamy Nadar College
Nagamalai Madurai-19 Tamilnadu India

ABSTRACT

The evolution of Artificial Intelligence has been a cornerstone in transforming video games from linear, predictable experiences into genuinely dynamic and immersive digital worlds. Modern gaming AI extends far beyond simple, pre-scripted enemy movements and basic pathfinding; it now drives the core mechanics of player engagement and world responsiveness. Contemporary AI—including sophisticated techniques like Machine Learning and Generative AI—is instrumental in elevating game design across several key pillars. Firstly, it facilitates the creation of Intelligent Non-Player Characters (NPCs). These are not just reactive digital assets, but entities capable of deep tactical planning, emergent social behaviors, and complex, believable emotional responses, allowing them to act as compelling adversaries or trusted companions that deepen the player's emotional investment. Secondly, AI is the engine behind Procedural Content Generation (PCG), algorithms that dynamically generate vast, unique game environments, levels, and assets. This capability dramatically enhances replayability by ensuring no two player journeys are identical, effectively minimizing player boredom and maximizing the scale of the game world. Finally, AI is used to create Adaptive Gameplay and Narrative through systems like Dynamic Difficulty Adjustment (DDA), which constantly monitors player performance and behavioral patterns to tailor the challenge, pacing, and even

the unfolding of the story in real-time. By utilizing AI to make the game world feel truly alive, responsive, and specifically customized to the individual player, developers are successfully ushering in an era of unprecedented interactive realism and personalized entertainment.

KEYWORD

Gaming AI, Immersive Experiences Dynamic, WorldsEmergent, Gameplay, Replayability,Player-Centric Design

[1] INTRODUCTION

We are living in an era defined by artificial intelligence, and while much of the public discourse focuses on self-driving cars or generative art, one of the most exciting and widespread applications of AI is found in a place we often overlook: video games. For decades, the AI in games was simple—a set of rules that told an enemy when to attack or where to hide. The results were often predictable, and the worlds, though visually rich, felt ultimately static. Today, that paradigm has shattered. AI is no longer a peripheral feature; it is the core engine that breathes life into virtual worlds, moving us from linear experiences to genuinely immersive, dynamic realities. This presentation, "AI in Gaming: Creating Immersive Experiences," will explore how advanced AI technologies—from deep reinforcement learning to generative models—are fundamentally transforming the way games are designed and played. We will journey through the three main ways AI creates this immersion: by giving characters true intelligence, by building worlds that adapt to the player, and by personalizing the narrative itself. By the end of this presentation, I hope to show you that the future of gaming is not just about better graphics, but about smarter worlds—worlds that feel alive, responsive, and uniquely tailored to your every action.

[2] ARCHITECTURE

Modern game AI is not a singular program but a highly integrated, modular system built within the game engine, often conceptualized in three simultaneous layers to achieve true immersion. The foundational layer is the Perception & Data Layer, which acts as the AI's "senses." This component is responsible for gathering and filtering all real-time information from the game state, providing filtered input on visibility, proximity (hearing), and storing crucial short-term data on a central Blackboard. Critically, this layer also includes the Player Modeling System (PMS), which continuously analyzes player behavior to generate metrics like skill and frustration levels. This data then flows to the central Decision & Behavior Layer, which serves as the AI's "brain." Here, the core logic for NPCs resides, driven by structures like Behavior Trees (BTs), which break complex goals into manageable tasks, and Goal-Oriented Action

Planning (GOAP), which allows sophisticated agents to plan multi-step actions toward objectives. This layer also incorporates tactical pathfinding and may use Reinforcement Learning (RL) models for agents that learn optimal combat strategies through trial and error. Finally, the system operates the Generation & Adaptation Layer, the "creator" module responsible for dynamic content. This layer utilizes Procedural Content Generation (PCG) to generate unique world geometry and assets on the fly, and implements Dynamic Difficulty Adjustment (DDA), which uses data from the PMS to subtly alter game variables, ensuring the challenge remains perfectly engaging. This layered, modular architecture guarantees that all AI systems work efficiently together, utilize a shared data pool, and ultimately deliver the seamless, responsive experience required for a deeply immersive world.

[3] ADVANTAGES

The primary advantages of integrating advanced AI into gaming center on delivering unparalleled immersion by fostering a sense of realism and dynamic agency. AI enables complex, adaptive NPC behaviors that learn and react logically, making companions feel authentic and adversaries genuinely challenging. Crucially, AI powers Procedural Content Generation (PCG), allowing for the creation of unique, boundless worlds and assets, which ensures infinite replayability and discovery. Furthermore, through systems like Dynamic Difficulty Adjustment, AI facilitates personalized gameplay by constantly adjusting the challenge and narrative pacing to perfectly match the individual player’s skill level and choices. This constant, intelligent adaptation ultimately transforms the game from a fixed experience into a living, responsive world tailored precisely to the user.

Smarter NPCs: Characters learn player tactics and respond believably.

Dynamic World Response: The environment reacts instantly and logically to player choices.

Infinite Replayability: AI-driven procedural generation creates unique, vast worlds.

Personalized Challenge: Difficulty adjusts in real-time to match the player's skill.

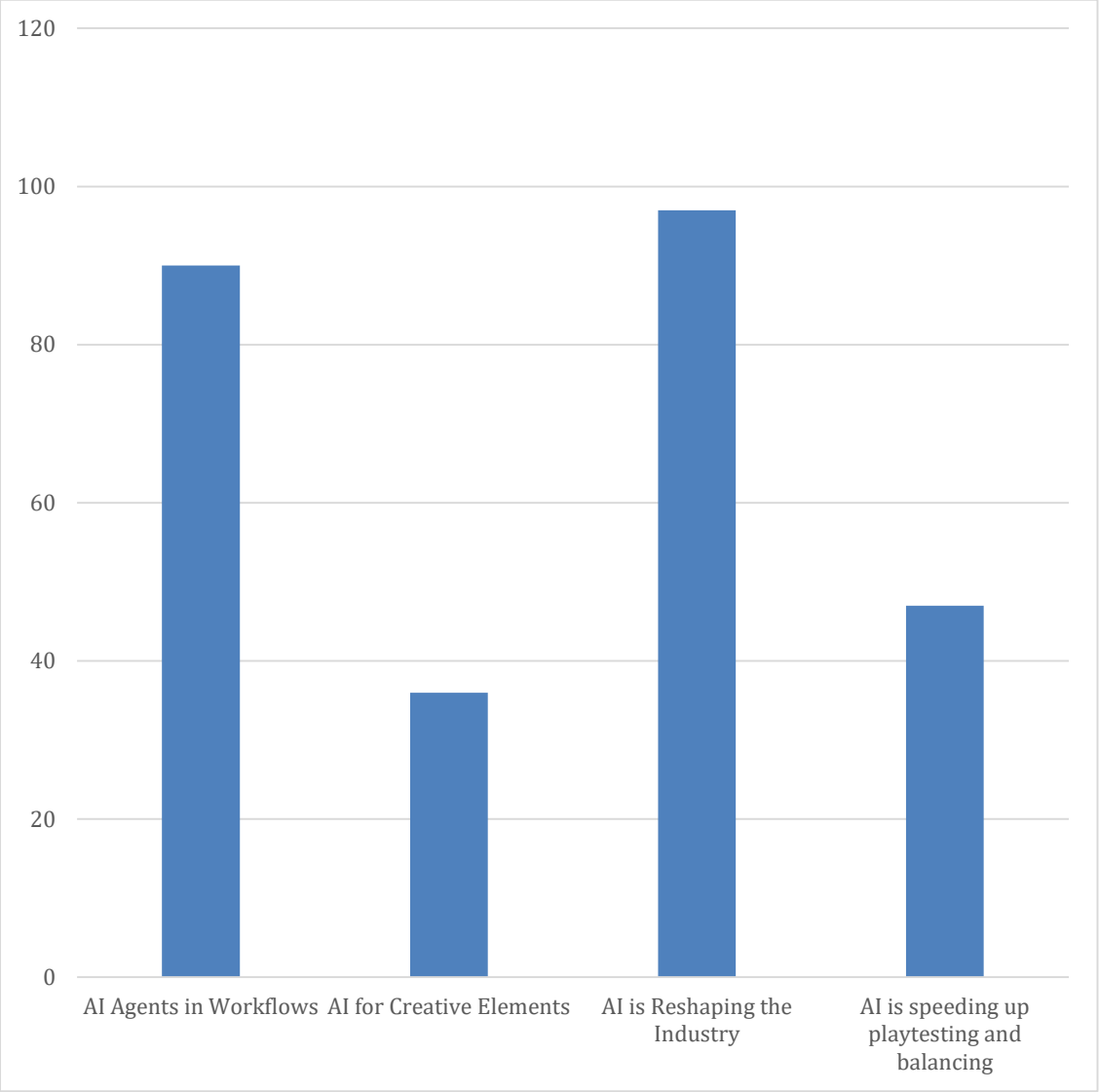
Enhanced Realism: AI manages complex simulations like traffic and crowds.

Faster Content Creation: AI assists developers in asset creation and testing (QA).

[4] TABLE

Area	AI Function	Player Experience Impact
Character	Behavior Trees, RL	NPCs adapt to player; feel realistic.
World	Procedural Generation	Infinite unique maps and replayability.
Gameplay	Dynamic Difficulty	Challenge adjusts for optimal engagement.
Development	Automated QA	Faster testing and higher game quality.
Challenge	Data Analytics	Raises concerns about privacy and bias.

[5] BAR CHART



[6]

CONCLUSION

The integration of Artificial Intelligence represents a profound shift in the creation of interactive entertainment, moving the gaming experience beyond pre-set scripts to truly dynamic and immersive worlds. AI is now the critical technological engine behind three core elements of immersion: intelligent Non-Player Characters (NPCs) that possess memory and context-aware behavior, the vast scalability and uniqueness afforded by Procedural Content Generation (PCG), and adaptive systems like Dynamic Difficulty Adjustment (DDA) that personalize the challenge and narrative flow for every individual player. This transformation ensures that virtual environments not only look realistic but also *behave* realistically, fostering a deeper emotional connection and sense of agency for the player. Ultimately, AI is indispensable, establishing a new, higher standard for complexity and responsiveness that defines the future of captivating and truly immersive gaming.

[7] REFERENCE

[1] M. N. O. Sadiku, S. M. Musa, and R. Nelatury, “Digital games,” International Journal of Research and Allied Sciences, vol. 1, no. 10, Dec. 2016, pp. 1,2.

[2] N. Statt, “How artificial intelligence will revolutionize the way video games are developed and played,” March 2019, https://www.theverge.com/2019/3/6/18222203/vi deo-game-ai-future-proceduralgeneration-deeplearning

[3] [4] M. N. O. Sadiku, Y. Zhou, and S. M. Musa, “Natural language processing in healthcare,” International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering, vol. 8, no. 5, May 2018, pp. 39-42.

[5] “Applications of AI and machine learning in electrical and computer engineering,” July, 2020.

[6] M. N. O. Sadiku, K. G. Eze, and S. M. Musa, "Virtual reality: A primer,” International Journal of Trend in Research and Development, vol. 7, no. 2, March-April 2020, pp. 160-162.

[7] H. Koss, “What does the future of the gaming industry look like?” May 2020.

[8] R. Moss, “7 Examples of game AI that every developer should study,” April 2016.

[9] G. N. Yannakakis and J. Togelius, Artificial Intelligence and Games. Springer, 2018.

[10] I. Millington and J. Funge, Artificial Intelligence for Games. Boca Raton, FL: CRC Presss, 2nd edition, 2009.

[11] J. Togelius, Playing Smart: On Games, Intelligence, and Artificial Intelligence. Cambridge, MA: The MIT Press, 2019.

[12] D. Charles et al., Biologically Inspired Artificial Intelligence for Computer Games. London, UK: IGI Global, 2007.

THE LIMITATIONS OF AI IN UNDERSTANDING HUMAN EMOTIONAL EXPERIENCE

K.Naveen Rajan
First year BSc. CS(AI)
Department of Computer Science (Artificial intelligence)
NADAR MAHAJANA SANGAM S VELLAICHAMY NADAR COLLEGE,
Nagamalai Madurai-19 Tamilnadu India
Dr.S.Selvam
Head & Assistant Professor
Department of Computer Science (Artificial intelligence)
NADAR MAHAJANA SANGAM S VELLAICHAMY NADAR COLLEGE,
Nagamalai Madurai-19 Tamilnadu India

Abstract

Artificial Intelligence (AI) has advanced rapidly in recent years, excelling in pattern recognition, language processing, and decision-making. Emotional AI—systems designed to detect and interpret human feelings—promises to transform mental health care, education, customer service, and social robotics. However, despite significant progress, AI still faces fundamental limitations in accurately understanding human emotional experience. This paper analyzes the technical, cognitive, and philosophical barriers that prevent AI from achieving genuine emotional comprehension. The discussion highlights AI's lack of subjective experience, contextual understanding, cultural awareness, and empathy, as well as the ethical risks associated with misinterpreting human emotions. The paper concludes that while AI can recognize emotional cues, it cannot replicate or fully understand the depth and complexity of human emotional life.

Keywords

Racial Bias, Emotional, expression, machine learning

1. Introduction

Human emotion is a complex, layered phenomenon involving biological, psychological, cultural, and social factors. Recent advancements in artificial intelligence have enabled machines to detect facial expressions, analyze tone, or classify sentiment in text.

Although emotional AI has practical uses, it remains limited in its ability to comprehend emotions at the depth humans do. This research explores the limitations surrounding AI's emotional capabilities and why true emotional understanding remains beyond its reach.

2.Human Emotional Understanding Involves

Human emotional experience is shaped by:

- **Biological processes:** hormones, the nervous system, and brain chemistry
- **Subjective feelings:** internal, conscious awareness of emotions
- **Context:** environment, relationships, and personal history
- **Nonverbal communication:** gestures, tone, body language
- **Cultural norms:** emotional expression varies across societies
- **Empathy:** the ability to feel and understand others' emotions

These elements combine to make human emotional experiences rich and multidimensional—something current AI cannot replicate.

3. AI Attempts to Recognize Emotions

Current emotional AI relies on:

3.1 Facial Expression Analysis

Detects patterns such as smiles, frowns, or eye movements.

3.2 Voice Tone Analysis

Evaluates pitch, speed, and intensity to identify emotional states.

3.3 Sentiment Analysis

Categorizes text as positive, negative, or neutral.

3.4 Machine Learning

Uses large datasets to map emotional cues to output labels.

These methods focus solely on **external signals**, not internal emotional states.

4. Limitations of AI in Understanding Human Emotions

4.1 Lack of Subjective Experience

AI does not possess consciousness or internal feelings. Humans experience emotions physically and mentally; AI can only **process data**, not feel joy, sadness, or empathy. Without subjective experience, AI cannot truly understand what emotions *mean*.

4.2 Limited Contextual Understanding

Emotional meaning depends on:

- personal history
- tone combined with facial expression
- situation
- cultural background

- sarcasm and irony

AI cannot fully interpret context because it relies on patterns, not lived experience. For example, a person smiling while upset or sarcastic is easily misunderstood by AI.

4.3 Oversimplified Emotion Categories

Many AI systems use categories like:

- happy
- sad
- angry
- fearful

Human emotions are often mixed, subtle, or contradictory. AI's simplification leads to inaccurate or shallow interpretations.

4.4 Cultural and Social Bias in Datasets

AI emotion recognition is trained on datasets that are often:

- culturally narrow
- gender-biased
- lacking diversity
- based on acted expressions rather than real emotions

This results in misclassification and unequal accuracy across different demographic groups.

4.5 Inability to Understand Nonverbal Nuance

Humans decode emotion using:

- micro-expressions
- gestures
- body posture
- eye contact
- tone + context combined

AI struggles to integrate multiple types of cues simultaneously, often missing subtle emotional signals.

4.6 Simulation vs. Genuine Understanding

AI can simulate empathy using programmed responses like:

- "I'm sorry you feel that way"
- "That sounds difficult"

But simulation is not understanding. AI lacks emotional motivation, moral concern, and human intuition.

Limitation Category	Description	Example of Impact
1. Lack of Subjective Experience	AI has no consciousness, feelings, or internal emotional states.	AI cannot feel empathy or sadness, only detect patterns.
2. Limited Context Understanding	AI struggles with sarcasm, irony, cultural cues, and situational meaning.	AI misinterprets a sarcastic "I'm fine" as positive.
3. Dataset Bias	Training data often lacks cultural, racial, and age diversity.	People with darker skin misclassified more often.
4. Oversimplified Emotion Categories	AI reduces emotions to simple labels (e.g., happy, sad).	Mixed emotions like "nostalgia" are misunderstood.
5. Difficulty Interpreting Nonverbal Cues	Subtle micro-expressions and body language are hard for AI to read.	AI fails to detect suppressed or masked emotions.
6. Simulated vs. Real Empathy	AI can mimic empathy but cannot genuinely understand feelings.	Chatbots give scripted emotional responses.
7. Ethical Risks	Misinterpretation can lead to unfair or harmful decisions.	Wrong mental-health evaluation or biased hiring results.

4.7 Ethical Concerns Due to Misinterpretation

AI misreading emotion can lead to:

- incorrect mental health assessments
- false assumptions in hiring or education
- privacy invasions (unconsented emotional surveillance)
- discrimination due to biased emotional predictions

These risks highlight the dangers of relying heavily on emotional AI

5. Case Studies Showing AI's Emotional Limitations

Case Study 1: Classroom Emotion Tracking

AI systems used in schools often misinterpret students' emotional states, labeling boredom or concentration as anger or disengagement.

Case Study 2: Sentiment Analysis Errors

AI frequently misreads sarcasm, jokes, slang, or cultural expressions as negative sentiment.

Case Study 3: Racial Bias in Emotion Recognition

Studies show some AI systems misidentify darker-skinned individuals' emotional expressions more often than lighter-skinned individuals due to biased datasets

6. AI Ever Truly Understand Emotions

Current theories suggest:

- AI may **improve** at recognizing patterns.
- But true emotional understanding requires:
    - subjective experience
    - consciousness
    - empathy
    - life history

- cultural immersion

AI lacks all of these.

Unless technology progresses toward artificial consciousness (which is still theoretical), genuine emotional understanding remains out of reach.

7.Conclusion

AI can detect certain emotional cues but cannot truly **understand** human emotional experience due to its lack of consciousness, contextual knowledge, empathy, and cultural awareness. Human emotions are too deeply rooted in biology, lived experience, and subjective feeling for AI to replicate. While emotional AI can be useful in specific tasks, it should not replace human judgment, especially in areas involving mental health, education, or interpersonal relationships. The limitations outlined in this research highlight the need for cautious use of emotional AI and further exploration into the ethical, social, and psychological implications of these technologies.

8. References

Emotional AI: The Rise of Empathic Media — McStay, A. (2018)	Book page / summary (on Sage or academic-book sites). SAGE Publications+1
Describing the emotional states that are expressed in speech — Cowie, R., & Cornelius, R. (2003)	Journal article in *Speech Communication*, DOI link: 10.1016/S0167-6393(02)00071-7 Pure QUB+1
Emotional Expressions Reconsidered: Challenges to Inferring Emotion From Human Facial Movements — Barrett, L. F., Adolphs, R., Marsella, S., Martinez, A. M., & Pollak, S. D. (2019)	Published in *Psychological Science in the Public Interest*, DOI: 10.1177/1529100619832930 PubMed+1

AI-BASED CHATBOTS AND VIRTUALASSISSTANTS

P. Kavi Sri
Second year B.Sc Computer Science (Artificial Intelligence)
Department of Computer Science (Artificial Intelligence)
Nadar Mahajana Sangam
S .Vellaichamy Nadar College
S.Dharani
Second year B.Sc Computer Science (Artificial Intelligence)
Department of Computer Science (Artificial Intelligence)
Nadar Mahajana Sangam
S .Vellaichamy Nadar College
Dr.S.Selvam
Head and Assistant Professor
Department of Computer Science (Artificial Intelligence)
Nadar Mahajana Sangam S.Vellaichamy Nadar College

[1]Abstact

AI-based chatbots and virtual assistants are conversational agents that simulate human interaction using Natural Language Processing (NLP) and Machine Learning (ML). They analyze user input (text or voice) to understand intent and context, then generate appropriate responses. Chatbots are typically focused on specific, narrow tasks (e.g., answering FAQs on a website), providing automated customer support 24/7, which significantly reduces operational costs and improves response times. Virtual Assistants (like Siri, Alexa, and Google Assistant) are generally broader in their capabilities, integrating with various services and devices to perform complex, multi-step tasks such as scheduling appointments, controlling smart home devices, and offering personalized recommendations. These systems are constantly evolving, leveraging Large Language Models (LLMs) to produce more coherent, human-like dialogue. While transforming customer service and business efficiency, their successful deployment depends on addressing challenges related to data security, privacy, and ensuring ethical, unbiased AI behavior.

[2]Key words

AI-based Chatbots

Virtual Assistants

Conversational Agents

Natural Language Processing (NLP)

Machine Learning (ML)

[3]Introdution

AI-based Chatbots and Virtual Assistants are sophisticated applications that utilize Conversational AI, primarily leveraging Natural Language Processing (NLP), Machine Learning (ML), and Natural Language Understanding (NLU) to simulate human-like conversations. While both technologies provide automated digital assistance, their roles differ: Chatbots are generally task-specific, focusing on simulating dialogue to handle high-volume, repetitive, and narrow queries, often seen in customer service (e.g., answering FAQs or processing simple transactions). Conversely, Virtual Assistants are more advanced, multi-functional agents designed for a broader, general-purpose scope, offering proactive, personalized help with complex tasks across multiple domains, such as managing schedules, controlling smart devices, and executing complex service requests (e.g., Amazon Alexa or Google Assistant/Gemini). Collectively, these tools represent a major evolution in human-computer interaction, offering instant, round-the-clock, and increasingly intuitive digital support.

[4]Architecture

The fundamental architecture of AI-based chatbots and virtual assistants is structured into three main layers that govern the flow from user input to final action or response. The process begins at the User Interface (UI) Layer, which acts as the communication front-end (e.g., a chat widget or a voice interface). For voice assistants, this layer includes Speech-to-Text (STT) to transcribe spoken words and Text-to-Speech (TTS) to generate audible replies. The input is then passed to the Conversational Engine (AI Core). This is the "brain," powered by Natural Language Processing (NLP). The core function is Natural Language Understanding (NLU), which identifies the user's Intent (their goal, like "Check Balance") and extracts critical Entities (the necessary details, like "Savings Account"). A Dialog Manager within this engine tracks the conversational context, ensuring multi-turn coherence. Finally, the Knowledge Base and Integration Layer connects the system to external resources. It queries a Knowledge Base for information or uses APIs to integrate with external services (like a banking database) to perform the required action. The results from this layer are fed back through the Natural Language Generation (NLG) component to construct a natural-sounding response, which is then delivered back to the user via the UI.

[5]Advantage

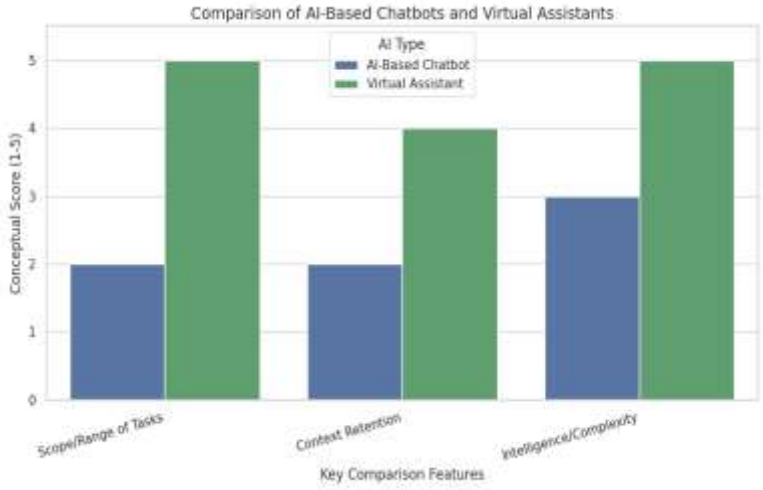
AI-based chatbots and virtual assistants deliver significant advantages spanning operational efficiency, cost reduction, and enhanced user experience. Operationally, they provide 24/7 availability and the ability to simultaneously handle thousands of queries, ensuring instant customer support regardless of time zone, thereby achieving high scalability. This automation of routine inquiries, such as FAQs and order tracking, leads directly to a substantial reduction in labor costs and allows human agents to focus on complex, high-value tasks. Furthermore, AI agents act as powerful tools for data collection, logging every interaction to provide businesses with critical insights into customer behavior and sentiment, which can inform strategic decisions. For the user, the core benefits are speed and convenience, offering immediate, self-service solutions and avoiding frustrating wait times. Advanced systems utilize context and history for high personalization, providing tailored recommendations and consistent, error-free information across all channels, ultimately leading to higher customer satisfaction and loyalty.

[6]Table

AI-Based Chatbots vs. Virtual Assistants Comparison

Feature	AI Chatbot	AI Virtual Assistant
Goal	**Task-Oriented** (e.g., answering FAQs, order tracking).	**User-Oriented** (e.g., managing schedules, controlling smart home).
Scope	**Narrow** (limited to one domain/topic).	**Broad** (covers many domains and functions).
Complexity	Simple scripts or moderately complex logic.	Highly complex; uses advanced ML and context tracking.
Channels	Primarily **Text-based** (web, apps).	**Multimodal** (Voice and Text) and device control.
Integration	Limited to few internal systems (CRM).	Extensive with numerous external APIs and IoT devices.

[7]Barchart



[8]Conclusion

The core distinction between AI-Based Chatbots and Virtual Assistants boils down to their scope and intended beneficiary. A Chatbot is fundamentally a specialist tool built primarily for the business (or organization) to achieve high-volume transactional efficiency. Its intelligence is narrow, excelling only within a defined domain (e.g., customer service, sales), and its success is measured by metrics like deflection rate and resolution rate. Conversely, a Virtual Assistant (like Alexa or Siri) is a generalist built for the individual user to manage their personal life and digital ecosystem. It employs advanced cognitive AI, deep integrations across multiple apps and devices, and is highly proactive, with its success measured by user goal completion and personalization score. Therefore, while both use conversational AI, the chatbot focuses on efficient transactions for a company, and the virtual assistant focuses on intelligent, contextual assistance for the end-user.

[9]Reference

1. Witters, D . (2023). Loneliness in U.S. subsides from pandemic high.Gallup. https://news.gallup.com/poll/473057/loneliness-subsides-pandemic-high.aspx [Google Scholar]

2.Booth, J. (2023). Anxiety statistics and facts. Forbes. https://www.forbes.com/health/mind/anxiety-statistics/ [Google Scholar]

3. Kaiser Family Foundation . (2023). Latest federal data show that young people are more likely than older adults to be experiencing symptoms of anxiety or depression. Kaiser Family Foundation. https://www.kff.org/mental-health/press-release/latest-federal-data-show-that-young-people-are-more-likely-than-older-adults-to-be-experiencing-symptoms-of-anxiety-or-depression/ [Google Scholar]

4. Kim, J. , Merrill, K. Jr. , & Collins, C. (2021). AI as a friend or assistant: The mediating role of perceived usefulness in social AI vs. functional AI. Telematics and Informatics, 64, 101694. 10.1016/j.tele.2021.101694 [DOI] [Google Scholar]

5. Ta, V. , Griffith, C. , Boatfield, C. , Wang, X. , Civitello, M. , Bader, H. , DeCero, E. , & Loggarakis, A. (2020). User experiences of social support from companion chatbots in everyday contexts: Thematic analysis. Journal of Medical Internet Research, 22(3), e16235. 10.2196/16235 [DOI] [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

6. Meng, J. , & Dai, Y. (2021). Emotional support from AI chatbots: Should a supportive partner self-disclose or not? Journal of Computer-Mediated Communication, 26(4), 207–222. 10.1093/jcmc/zmab005 [DOI] [Google Scholar]

7. Westerman, D. , Edwards, A. , Edwards, C. , Luo, Z. , & Spence, P. R. (2020). I-it, I-thou, I-robot: The perceived humanness of AI in human-machine communication. Communication Studies, 71(3), 393–408. [Google Scholar]

8. Merrill, K. Jr. , Kim, J. , & Collins, C. (2022). AI companions for lonely individuals and the role of social presence. Communication Research Reports, 39(2), 93–103. [Google Scholar]

9. Klos, M. C. , Escoredo, M. , Joerin, A. , Lemos, V. N. , Rauws, M. , & Bunge, E. L. (2021). Artificial intelligence–based chatbot for anxiety and depression in university students: Pilot randomized controlled trial. JMIR Formative Research, 5(8), e20678. [DOI] [PMC free article] [PubMed] [Google Scholar]

10. High, A. C. , & Dillard, J. P. (2012). A review and meta-analysis of person-centered messages and social support outcomes. Communication Studies, 63(1), 99–118. [Google Scholar]

AI REPRESENTATION IN ANIME VS REAL-WORLD AI DEVELOPMENT

A. Jayasree
Second year B. Sc CS(AI)
Department of Computer Science (Artificial Intelligence)
Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College,
Nagamalai, Madurai-19
K. Yogapriya Sivasankari
Second year B. Sc CS(AI)
Department of Computer science Artificial Intelligence
Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College,
Nagamalai, Madurai-19
Dr. S. Selvam
Head and Assistant professor
Department of Computer Science (Artificial Intelligence)
Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College,
Nagamalai, Madurai-19

ABSTRACT:

This study compares how anime portrays Artificial Intelligence with how AI truly functions in the real world. While anime often depicts AI as fully sentient, emotional, and human-like, real-world AI is limited to narrow tasks, pattern recognition, and lacks consciousness. By examining popular anime themes alongside current AI technologies, the research highlights the gap between fiction and reality, showing how anime shapes public perception and expectations of AI development.

INTRODUCTION:

Artificial Intelligence (AI) is shown very differently in anime and real life. In anime, AI is often human-like, with emotions, memory, and independent thinking, acting as a companion or a threat. This imaginative portrayal explores themes like identity, freedom, and the risks of advanced technology. In real life, AI is practical and limited, working only with data, algorithms, and machine learning. It cannot feel emotions or think independently, and is mainly used for automation, prediction, and improving efficiency. Comparing both shows how anime stretches imagination, while real AI focuses on solving real-world problems.

AI REPRESENTATION IN ANIME:

In anime, Artificial Intelligence (AI) is often portrayed as human-like, with emotions, thoughts, and decision-making abilities. Anime frequently shows AI robots, virtual beings, or digital entities that can feel, learn, and interact with humans in meaningful ways. This creative portrayal allows storytellers to explore themes such as identity, freedom, friendship, and ethical dilemmas related to advanced technology. AI in anime can appear as a helpful companion, a mentor, or sometimes as a powerful antagonist, adding depth and drama to the story. Many series use AI to imagine futuristic societies where technology plays a central role in human life. Through expressive visuals and storytelling, anime presents AI not just as a machine, but as a character capable of emotional connection and influence, inspiring viewers to think about the possibilities and risks of future AI development.

ARCHITECTURE OF AI REPRESENTATION IN ANIME:

The architecture of AI in anime is mostly fictional and imaginative, designed to make AI appear human-like, intelligent, and emotionally engaging. Conceptually, it can be divided into several layers

1. Core Processing Layer:

This is the AI's "brain," where all thinking, decision-making, and learning take place. In anime, it is often shown as a highly advanced processor, futuristic chip, or digital core capable of independent thought.

2. Memory Layer:

This layer stores experiences, interactions, and sometimes emotions. Many anime portray it as "digital memories" or "memory crystals," giving AI a sense of personality and past experiences.

3. Emotional Simulation Layer:

Unlike real AI, anime AI often has a dedicated system to simulate emotions such as love, fear, sadness, or happiness, making the AI relatable to humans.

4. Interaction Layer:

This enables communication with humans, including speech, gestures, empathy, and responsiveness, allowing AI to form bonds with characters.

5. Physical/Virtual Presence Layer:

Anime AI may appear as a robot, hologram, virtual avatar, or digital entity, making it visible and interactive.

6. Control and Safety Layer:

Some anime include safety protocols, while in others AI may override them, creating conflict in the story.

ADVANTAGES OF AI REPRESENTATION IN ANIME:

1. Enhances Creativity and Storytelling:

AI characters allow writers to explore imaginative scenarios, futuristic worlds, and unique plotlines that would be impossible with real-world technology.

2. Explores Human-AI Relationships:

Anime AI shows how humans might interact with intelligent machines, highlighting friendship, trust, cooperation, or conflict.

3. Teaches Ethical and Moral Lessons:

Through AI characters, anime can address issues like responsibility, freedom, identity, and the consequences of advanced technology.

4. Visual and Emotional Engagement:

AI characters with emotions and personalities make stories more relatable and emotionally impactful for viewers.

5. Predicts Future Technology:

Fictional AI can inspire curiosity about real-world AI advancements and encourage innovation in technology.

6. Adds Depth to Characters and Plot:

AI can act as a mentor, ally, or antagonist, enriching character development and increasing dramatic tension in the story.

AI REPRESENTATION IN REAL LIFE:

In real life, Artificial Intelligence (AI) is a practical technology based on data, algorithms, and machine learning. Unlike anime, real AI does not have emotions, self-awareness, or independent thinking. It functions strictly according to rules and patterns defined by humans. Real-world AI is widely used across industries, healthcare, communication, and daily life. Examples include image and speech recognition, content recommendation systems, virtual assistants, predictive analytics, and autonomous machines. Its primary goal is to improve efficiency, accuracy, and productivity rather than replicate human feelings or decision-making. AI in real life focuses on solving specific problems and assisting humans in performing tasks faster and more accurately. While it can simulate certain intelligent behaviours, it does not possess consciousness or personal experiences. Overall, real AI is a powerful tool for

innovation and automation, but it is grounded in practical limitations and does not reach the imaginative, emotional, or autonomous portrayal seen in anime.

ARCHITECTURE AI REPRESENTATION IN REAL LIFE:

The architecture of real-world AI is systematic and functional, designed to process data, make predictions, and assist humans efficiently. It can be described in several key layers.

1. Data Layer:

- This is the foundation of AI, consisting of raw data collected from sensors, databases, or online sources.
- High-quality and structured data ensures accurate training and performance.

2. Preprocessing Layer:

- Data is cleaned, normalized, and transformed for AI algorithms.
- Reduces errors and improves efficiency in learning.

3. Algorithm/Model Layer:

- The core of AI where machine learning, deep learning, or statistical algorithms process data.
- Examples include neural networks, decision trees, or reinforcement learning models.

4. Training & Learning Layer:

- AI models are trained using historical data to recognize patterns and improve decision-making over time.
- Continuous learning may occur in real-time systems.

5. Inference/Output Layer:

- AI produces predictions, recommendations, or decisions based on trained models.
- Example: image recognition results, chatbot replies, or automated alerts.

6. Application Layer:

- Integrates AI output into real-world tools, apps, or devices for human interaction and decision support.

ADVANTAGES OF AI REPRESENTATION IN REAL LIFE:

1. Increases Efficiency and Productivity:

AI can process large amounts of data quickly, automating repetitive tasks and saving time.

2. Improves Accuracy and Decision-Making:

AI systems reduce human errors and provide precise predictions or recommendations.

3. Supports Complex Problem-Solving:

AI can analyze complex patterns and generate solutions in areas like healthcare, finance, and engineering.

4. Enhances Personalization:

AI powers recommendation systems, virtual assistants, and customer support, making experiences more tailored.

5. Enables Automation of Dangerous or Difficult Tasks:

AI can operate in hazardous environments or handle tasks that are too complex or unsafe for humans.

6. Encourages Innovation and Technology Development:

Real-world AI drives advancements in robotics, smart devices, autonomous vehicles, and data analytics.

7. 24/7 Availability:

AI systems can work continuously without fatigue, providing consistent support and monitoring.

EXPERIMENTAL ANALYSIS:

CHARACTERISTICS	AI IN ANIME	AI IN REAL LIFE
Emotions	Often shown with human-like emotions, feelings, and empathy.	Cannot feel emotions; purely data-driven.
Self-Awareness	Can have independent thoughts, consciousness, or personality.	No self-awareness; functions strictly on algorithms.
Decision making	Makes independent, sometimes moral or ethical decisions.	Makes decisions based on programmed rules or learned patterns.
Role in story	Acts as comparison, mentor, or antagonist; adds drama.	Acts as tool for efficiency, problem-solving, or automation.
Capabilities	Can perform extraordinary tasks beyond current technology.	Limited to real-world tasks like prediction, recognition, automation.
Interaction with humans	Builds emotional connections and bonds.	Provides practical assistance, recommendations, or support.
Creativity	Imaginative; can innovate or act unpredictably.	Follows predefined algorithms; no creativity.
Learning	Often depicted as fast-learning or evolving AI with personality.	Learns from data using machine learning or AI models.
Purpose	Storytelling, exploring themes, futuristic imagination.	Problem-solving efficiency, accuracy, automation.

Visual Representation	Robots, holograms, virtual avatars, or digital beings.	Mostly invisibles software or integrated into machines an devices.

TABLE 1: COMPARISON BETWEEN AI REPRESENTATION IN ANIME AND REAL LIFE.

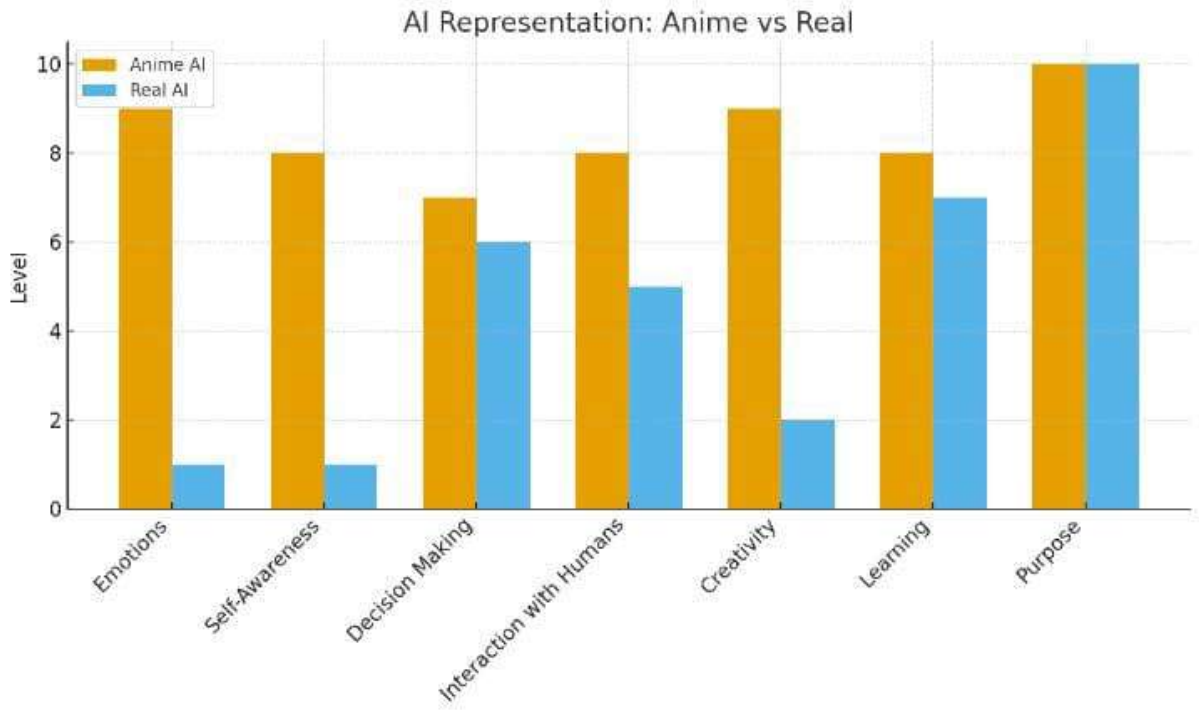


FIG 1: BAR CHART OF COMPARISON BETWEEN CLOUD GAMING AND TRADITIONAL GAMING CONSOLES.

CONCLUSION:

When comparing both, each one is "best" in its own way. Anime AI is best for creativity, imagination, and emotional storytelling, so it can be rated around 80% for entertainment and concept depth. Real-life AI is best for practical use, accuracy, automation, and real-world problem-solving, so it can be rated around 90% for usefulness and reliability. Overall, anime AI wins in creativity, while real AI wins in real-world impact, showing that both are strong in different areas.

REFERENCE:

1. Cavallaro, Dani. Anime and the Visual Novel: Narrative Structure, Design and Play at the Crossroads of Animation and Computer Games. McFarland Publishers, 2010.
(For understanding AI themes and character representation in anime.)
2. Napier, Susan J. Anime: From Akira to Howl's Moving Castle. Palgrave Macmillan, 2005.

(Discusses futuristic concepts and AI portrayals in Japanese animation.)

3. Kaplan, Jerry. Artificial Intelligence: What Everyone Needs to Know. Oxford University Press, 2016.

(Explains real-world AI, algorithms, and practical limitations.)

4. Russell, Stuart & Norvig, Peter. Artificial Intelligence: A Modern Approach. Pearson Education, 2021.

(Standard textbook describing real AI architecture and uses.)

5. Goodfellow, Ian, Bengio, Yoshua & Courville, Aaron. Deep Learning. MIT Press, 2016.

(Technical reference for real-world machine learning systems.)

6. McCarthy, John. “What Is Artificial Intelligence?” Stanford University, 2007.

(Defines the foundations of real AI and its capabilities.)

7. Rahman, Mahmudur et al. “AI in Modern Society: Applications and Impacts.” Journal of Emerging Technologies, 2020.

(Covers real-life applications and benefits of AI.)

8. Allison, Anne. Millennial Monsters: Japanese Toys and the Global Imagination. University of California Press, 2006.

(Useful for understanding how Japanese media imagines technology.)

FUTURE OF ANIMATION: AI IN 2D ANIME VS 3D CGI- A VIEWER EXPERIENCE COMPARISON

P. Sankara Narayanan
Second year B. Sc CS(AI)
Department of Computer Science (Artificial Intelligence)
Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College,
Nagamalai, Madurai-19
K. Santhosh Raja
Second year B. Sc CS(AI)
Department of Computer Science (Artificial Intelligence)
Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College,
Nagamalai, Madurai-19
Dr. S. Selvam
Head and Assistant professor
Department of Computer Science (Artificial Intelligence)
Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College,
Nagamalai, Madurai-19

ABSTRACT:

AI is improving both 2D anime and 3D CGI by speeding up production, enhancing quality, and reducing manual work. In 2D anime, AI helps with frame generation, coloring, and maintaining art style. In 3D CGI, AI supports realistic animation, faster rendering, and better motion capture. While AI increases creativity and efficiency, it also raises concerns about artistic originality. Overall, AI strengthens visual creation in both fields.

INTRODUCTION:

AI is becoming an important part of modern animation, especially in 2D anime and 3D CGI. In 2D anime, AI tools help artists create smooth movements, consistent colors, and detailed backgrounds with less effort. In 3D CGI, AI supports realistic character animation, faster rendering, and efficient scene design. These technologies reduce production time and give creators more freedom to focus on storytelling and visual style. As AI continues to develop, it is changing how both 2D and 3D animation are made, making the process faster, smarter, and more creative.

AI in 2D Anime:

AI is becoming a major support system in the 2D anime industry. One of its biggest advantages is how it reduces repetitive drawing work, which normally takes many hours. Traditional anime depends on drawing hundreds of frames, but AI can generate smooth motion from just a few key drawings. This helps studios finish episodes faster with less stress on artists.

AI is also improving character accuracy. It can track character proportions, facial expressions, and outfit details across scenes, preventing mistakes like uneven eyes, wrong colors, or inconsistent shapes. This keeps the animation clean and professional.

Another important use is AI-assisted storyboarding. AI can turn rough sketches into cleaner storyboards, add camera movement suggestions, and help visualize how scenes will look before full animation begins.

AI tools also help with lip-syncing, matching mouth movements with voice lines automatically. This saves animators from adjusting every frame manually.

In addition, AI can recreate classic anime styles—for example, 90s hand-drawn looks—by learning from older frames. This helps modern creators bring nostalgic styles back without spending extra time.

Finally, AI allows small teams and independent artists to create anime faster, making the animation world more accessible. While AI increases speed and quality, human creativity, emotion, and storytelling remain at the heart of anime. AI simply strengthens the process and makes production smoother and more efficient.

Architecture for AI in 2D Anime:

The architecture of AI used in 2D anime is built from multiple components that work together to understand drawings, generate frames, and preserve anime style. It usually includes:

1. Input Processing Layer:

* Takes sketches, keyframes, line art, or reference images from artists.
* Uses image preprocessing to clean lines, remove noise, and separate characters from backgrounds.

2. Feature Extraction Layer:

Uses Convolutional Neural Networks (CNNs) to detect important features like:

  * Line thickness
  * Character shapes
  * Facial expressions
  * Background patterns

* Helps the AI understand the anime art style.

3. Style Learning Module:

* Uses Style Transfer Networks or GANs (Generative Adversarial Networks).
* Learns:
  * Color style
  * Shadow and highlight patterns
  * Art style consistency
* Ensures the output looks like traditional anime.

4. Animation Generation Module:

* The core of AI animation creation.
* Uses:
  * RNNs / LSTMs for motion prediction
  * Transformers for smooth sequence generation
  * In-betweening networks to fill missing frames
* Produces fluid movement from a few keyframes.

5. Colorization Engine:

* Uses AI color models trained on sample frames.
* Automatically applies colors, shading, and lighting.
* Ensures consistency across all frames.

6. Background & Effects Generator:

* Uses diffusion models or GANs to generate:
  * Backgrounds
  * Lighting effects
  * Atmospheric details
* Matches the anime's visual theme.

7. Post-Processing Layer:

* Cleans up rough lines
* Adjusts color balance
* Sharpens final frames
* Ensures the final animation looks polished and smooth.

8. Rendering and Output Module:

* Combines character frames + backgrounds + effects.
* Exports the final 2D animation in high resolution.
* Combines character frames + backgrounds + effects.
* Exports the final 2D animation in high resolution.

Advantages of AI in 2D Anime:

1. Faster Production:

* AI automates in-between frames, coloring, and clean-up, reducing production time.

2. Reduced Workload:

* Animators do not need to draw every frame manually, lowering stress and effort.

3. Consistent Art Style:

* AI maintains uniform colors, proportions, and character designs across all scenes.

4. Cost-Effective:

* Studios can produce high-quality animation with smaller teams and lower budgets.

5. Smooth and Accurate Animation:

* AI generates fluid movements, precise lip-sync, and better frame transitions.

6. Improved Background and Effects:

* AI can create detailed backgrounds, lighting, and effects quickly and accurately.

7. Helps Small Creators:

* Independent artists and small studios can produce professional-level animation.

8. Error Reduction:

* AI decreases mistakes like uneven lines, wrong colors, or inconsistent character features.

9. Enhanced Creativity:

* Artists can focus on story, emotion, and design while AI handles repetitive tasks.

10. Revives Classic Styles:

* AI can reproduce old anime styles (90s, hand-drawn look) more easily.

D CGI (Computer-Generated Imagery):

3D CGI is one of the most powerful and widely used technologies in modern animation, filmmaking, gaming, and visual design. It involves creating digital objects, characters, and environments in a three-dimensional space using computer software. These digital models can be animated, textured, lit, and rendered to look realistic or stylized depending on the creative goal.

In 3D CGI, every object is built using 3D geometry, which includes shapes, vertices, edges, and surfaces. Once the basic model is created, artists add textures, materials, and colors to make it look natural. Lighting is then applied to simulate shadows, reflections, and depth, giving the scene a lifelike appearance. Finally, animation tools allow creators to move characters, simulate physics, and bring entire worlds to life.

3D CGI plays a major role in movies, especially in action, fantasy, and science-fiction films. It helps create characters like robots, monsters, and animals that would be impossible to film in real life. In gaming, 3D CGI creates interactive characters, open-world environments, and realistic movements. In advertising, it helps brands create high-quality product visuals and special effects.

Today, AI is becoming an important part of 3D CGI. It helps automate tasks like motion capture cleanup, facial animation, scene rendering, and texture generation. AI can study real human movements and apply them to a 3D character, making animation more natural and expressive. AI-driven rendering systems also reduce the time needed to produce final visuals, saving cost and speeding up production.

3D CGI is also used in architecture, medicine, virtual reality (VR), education, and simulations. It helps visualize complex structures, build training models, and create virtual experiences that feel real. From animated films like Toy Story to lifelike characters in video games, 3D CGI has reshaped how stories are told and how visuals are experienced.

Overall, 3D CGI blends art and technology, giving creators unlimited freedom to design anything they imagine. It allows storytellers, artists, and developers to produce detailed worlds, dynamic characters, and realistic effects that capture the audience's attention. The field continues to grow as new tools, AI models, and rendering techniques push the boundaries of what digital imagery can achieve.

Architecture for 3D CGI:

The architecture of 3D CGI is built like a structured pipeline, where each stage handles a specific part of creating a 3D scene or animation. It combines modeling, texturing, lighting, animation, simulation, and rendering into one smooth workflow.

1. Input & Concept Layer:

* Starts with storyboards, sketches, concept art, and reference images.
* Defines how characters, objects, and environments should look.

2. 3D Modeling Layer:

* Uses tools like Blender, Maya, or 3ds Max.
* Creates 3D objects, characters, props, and environments.
* Involves:
  * Polygon modeling
  * Sculpting
  * NURBS modeling
  * Hard-surface or organic modeling

This layer builds the "digital skeleton" of the 3D world.

3. Rigging & Skinning Layer:

* Adds a digital skeleton inside the model.
* Allows characters to move.

* Skinning binds the model's mesh to the rig so it bends naturally.

4. Texturing & Shading Layer:

* Applies textures, materials, and surface detail to the 3D model.
* Uses:
  * UV mapping
  * PBR (Physically Based Rendering) materials
  * Texture painting

5. Lighting Layer:

* Adds virtual lights to the scene.
* Controls:
  * Shadows
  * Highlights
  * Mood
  * Realism
* Includes HDR lighting, directional lights, area lights, and spotlights.

6. Animation Layer:

* Brings characters and objects to life.
* Uses:
  * Keyframe animation
  * Motion capture
  * Physics-based animation
  * AI-assisted facial and body animation
* Controls movement, expressions, camera motion, and timing.

7. Simulation Layer:

* Handles natural effects like:
  * Water
  * Fire
  * Smoke
  * Hair and fur
  * Cloth movement
  * Destruction physics
* Uses simulation engines and AI physics systems.

8. Scene Assembly Layer:

* Combines all elements:

  Characters + backgrounds + lighting + camera angles + effects

* Ensures everything fits together smoothly.

9. Rendering Layer:

* Converts the 3D scene into final 2D images or video frames.

* Uses engines like Arnold, Cycles, Unreal Engine, or Octane.

* Handles:

  * Ray tracing

  * Global illumination

  * Shadows

  * Depth of field

This is the most computationally heavy part.

10. Compositing & Post-Processing Layer:

* Final touch-ups and enhancements.

* Adds:

  * Color correction

  * Motion blur

  * Depth effects

  * Glow, fog, lens flare

* Merges multiple rendered passes into a polished final output.

11. Output Layer:

* Exports the final animation or scene in required formats:

  * Video (MP4, MOV)

  * Image sequences

  * Game assets

  * VR/AR content

Advantages of 3D CGI:

1. Highly Realistic Visuals:

3D CGI can create lifelike characters, environments, lighting, and textures that look almost real. This level of realism is difficult to achieve in 2D.

2. Easy Camera Movement:

Cameras can move freely in a 3D space—pan, zoom, rotate, or follow objects smoothly—without redrawing scenes.

3. Reusable Assets:

Once a 3D model is created, it can be reused multiple times:

* Different scenes
* Different angles
* Different animations

This reduces production time and cost.

4. Better Animation Flexibility:

3D rigs allow realistic movements of characters and objects. Animators can adjust poses easily without redrawing everything.

5. Perfect Lighting and Shadows:

3D CGI uses virtual lights to create natural shadows, reflections, and highlights. This makes scenes more dynamic and visually rich.

6. Easier to Create Complex Scenes:

Explosions, crowd scenes, vehicles, fantasy environments, and action sequences are easier to produce in 3D than in 2D.

7. Faster Editing and Modifications:

Changes to models, textures, and animations can be made quickly. You don't need to recreate entire frames like in 2D.

8. Supports Motion Capture:

Motion capture technology allows capturing real human movements and applying them to 3D characters, making animation more realistic.

9. Immersive Experiences:

3D CGI powers VR, AR, and 3D games, creating interactive and immersive environments.

10. Efficient Rendering with AI:

AI-assisted rendering reduces time, improves accuracy, and enhances image quality.

11. Suitable for Many Industries:

3D CGI is useful in:

* Films
* Games
* Architecture
* Medical simulations

* Education

* Advertising

12. High Consistency:

Models maintain the same size, style, and proportions across all scenes, reducing visual errors.

EXPERIMENTAL ANALYSIS

Feature	AI in 2D Anime	AI in 3D CGI
Frame Generation	Automates in-between frames for smooth motion	Generates and predicts complex animations using rigs and motion capture
Colorization	Auto-coloring of characters and backgrounds	Textures, materials, and shading applied automatically or enhanced
Style Preservation	Maintains traditional anime art style	Ensures consistency of models, materials, and lighting across scenes
Background & Effects	AI generates simple backgrounds, effects, and atmospheric details	AI simulates complex environments, realistic effects (fire, water, cloth, particles)
Animation Realism	Limited to stylized 2D motion	Can produce highly realistic movement, physics, and facial expressions
Production Speed	Reduces manual drawing work significantly	Reduces rendering and repetitive animation tasks, speeds up scene assembly
Flexibility	Limited by 2D perspective and style	High flexibility: camera movement, angle, lighting, and scene modification
Human Interaction	Focuses on assisting animators	Works with animators, motion capture data, and physics engines
Creativity Support	Frees artists from repetitive tasks, helps with storyboard and design	Helps with realistic scenes, simulations, and complex animations
Applications	TV anime, web anime, short films	Movies, games, VR/AR, architectural visualization, advertising

TABLE 1: COMPARISON BETWEEN AI IN 2D ANIME AND AI IN 3D CGI.

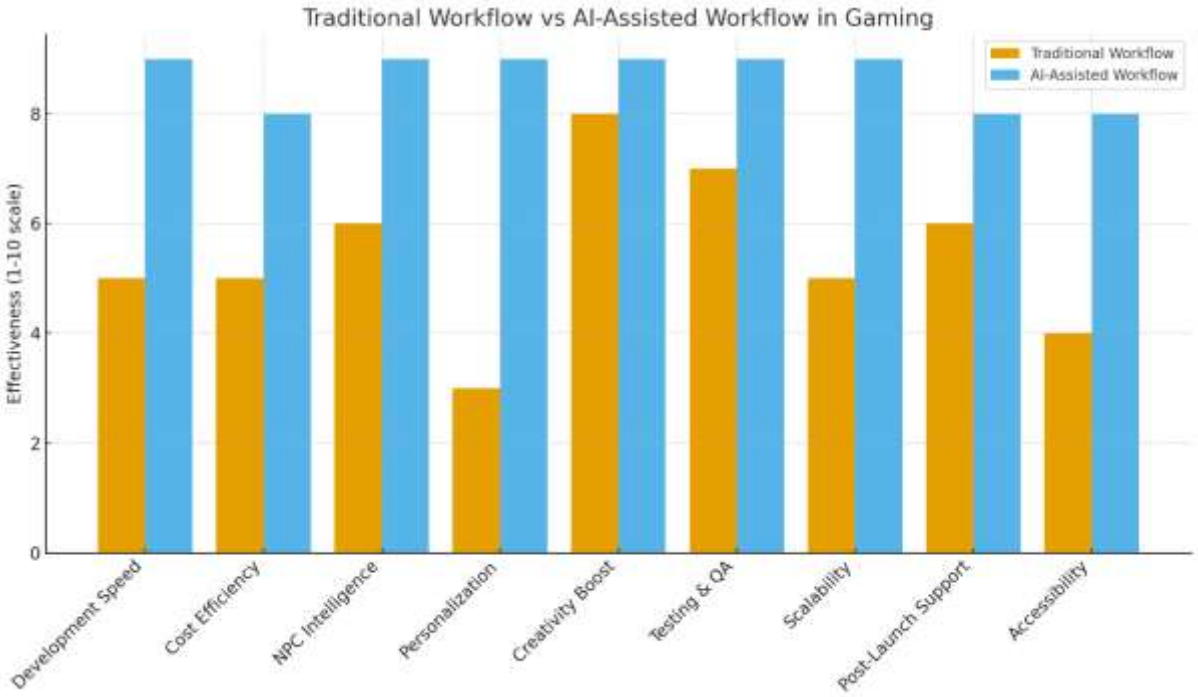


FIG 1: BAR CHART OF COMPARISON BETWEEN AI IN 2D ANIME AND AI IN 3D CGI.

CONCLUSION:

AI has greatly transformed both 2D anime and 3D CGI by improving creativity, efficiency, and production quality. In 2D anime, AI automates in-between frames, coloring, and style consistency, allowing artists to save time while preserving traditional aesthetics. In 3D CGI, AI enhances realistic animation, motion capture, lighting, and scene simulation, enabling highly detailed and immersive visuals. Overall, AI increases efficiency and creativity in 2D anime (around 75–80%) and boosts realism, flexibility, and production speed in 3D CGI (around 85–90%). While AI in 2D anime is ideal for stylized storytelling, AI in 3D CGI is better suited for complex, lifelike scenes, making it a powerful tool for animators and creators in both fields.

REFERENCE:

AI in Animation Industry Overview – Workflow improvement, character creation, motion synthesis.
Pandit & Kirdat, 2025 (ijraset.com)

AI Character Animation Tools – DeepMotion, RADiCAL, Wonder Dynamics, Tencent VISVISE.

AI-assisted 2D Animation Tasks – Inbetweening, lip-syncing, motion smoothing.

AnimeGAN: Real-Time Anime Style Transfer
AI model that converts photos and videos into anime style in real-time.

A SMART AUTOMATED SYSTEM FOR FAKE NEWS DETECTION USING MACHINE LEARNING

P. Veeralakshmi
Second year B.Sc.CS (AI)
Department of Computer Science (Artificial Intelligence)
Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College,
Nagamalai, Madurai-19
Dr. S. Selvam
Head and Assistant professor
Department of Computer Science (Artificial Intelligence)
Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College,
Nagamalai, Madurai-19

ABSTRACT

The rapid expansion of online communication channels has made information more accessible than ever, but it has also increased the spread of misleading and false content. Unreliable news circulating through digital media can significantly impact public opinion, influence societal actions, and distort democratic processes. Addressing this challenge requires efficient and scalable solutions. This work presents an intelligent fake news detection system based on supervised machine learning methods. A curated dataset consisting of verified and non-verified news articles is processed through a series of text preparation steps such as word segmentation, elimination of irrelevant terms, normalization of word forms, and feature extraction using TF–IDF representation. The study applies and compares three classification algorithms: Logistic Regression, Multinomial Naive Bayes, and Support Vector Machine. Experimental results indicate that the Support Vector Machine classifier outperforms the other models, achieving higher prediction accuracy and more consistent evaluation scores. The findings emphasize the capability of machine learning–driven approaches to automatically recognize deceptive news content and support the development of trustworthy digital information systems, thereby promoting clarity and awareness in the online information ecosystem.

[1] INTRODUCTION

The internet has revolutionized communication, information sharing, and social interaction, with people accessing vast amounts of content across social media, news websites, and blogs. However, this digital transformation has also created an environment where misinformation spreads rapidly. Fake news, intentionally crafted to deceive or manipulate, can have severe consequences, influencing opinions, triggering emotional responses, and impacting societal well-being.The effects of fake news are far-reaching, with the potential to manipulate voting patterns during elections, trigger harmful behavior during health crises, and escalate social conflicts. Detecting fake news is crucial to maintaining the reliability of digital

communication.Machine learning offers a promising solution, analyzing language patterns to classify content as authentic or fake. This research focuses on developing and evaluating machine learning models that detect fake news based on textual features, contributing to improved misinformation detection systems and promoting a safer online environment.

[2] PROBLEM STATEMENT

Existing online platforms struggle to effectively identify and filter misinformation at scale. Manual fact-checking is labor-intensive, requiring specialized expertise, and is impractical for the vast volume of content uploaded hourly. As a result, fake news often spreads rapidly, influencing individuals before corrections can be made.This research tackles the challenge of developing a machine learning system that can automatically classify news articles as authentic or fake based on textual information. The system aims to analyze linguistic features, learn patterns associated with misinformation, and provide accurate classification results, ultimately helping to mitigate the spread of fake news.

[3] OBJECTIVES OF THE STUDY

3.1 Primary Objectives

- To pre-process text data effectively for model training.
- To implement multiple machine learning algorithms for fake news classification.
- To evaluate and compare their performance using standard metrics.

3.2 Secondary Objectives

- To identify the strengths and weaknesses of classical ML models.
- To propose suggestions for future enhancement using advanced deep learning techniques.
- To contribute to the development of reliable misinformation detection tools.

[4] LITERATURE REVIEW

Fake news detection has gained significant attention in recent years, evolving from rule-based systems and keyword filtering to more advanced techniques. Initially, researchers relied on Bag-of-Words, TF-IDF, and n-gram models to extract features, pairing them with classical algorithms like Naive Bayes and Logistic Regression. As deep learning emerged, models like CNNs, LSTMs, and transformers (e.g., BERT) improved accuracy by capturing contextual meaning. However, these require large datasets and substantial computational resources. Combining linguistic features with metadata (author info, publication date, social media engagement) also boosts detection effectiveness. For simpler academic research, classical

machine learning models remain a practical and interpretable choice. This study focuses on implementing these models to assess their efficiency in fake news detection.

[5] METHODOLOGY

5.1 Dataset Description

A publicly available dataset containing labeled real and fake news articles is used. Each record contains:

- **Title**
- **Text Body**
- **Label (real/fake)**

The dataset is cleaned to remove duplicates, irrelevant entries and incomplete records. The training-testing split is performed using 80:20 ratio.

5.2 Data Preprocessing

Text preprocessing is essential to convert raw textual data into a suitable format for machine learning.

Steps followed:

1. **Text Cleaning** – Removal of punctuation, numbers and special characters.
2. **Tokenization** – Splitting text into individual words.
3. **Stop-word Removal** – Removing common words like “the”, “and”, “is”.
4. **Lemmatization** – Converting words to base form (e.g., “running” → “run”).
5. **Vectorization using TF-IDF** – Converting text into numerical features based on term frequency.

TF-IDF helps highlight important words while reducing the importance of frequently occurring common terms.

5.3 Machine Learning Algorithms Used

5.3.1. Logistic Regression

A linear model widely used for binary classification problems. It works well when the relationship between features and labels is approximately linear.

5.3.2. Multinomial Naive Bayes

A probabilistic model based on Bayes’ theorem. It is simple, fast and performs effectively on text classification tasks.

5.3.3. Support Vector Machine (SVM)

A powerful classifier that identifies an optimal boundary (hyperplane) to separate classes. It performs well in high-dimensional spaces, making it ideal for TF-IDF features.

5.4 Evaluation Metrics

To measure performance, the following metrics are used:

- **Accuracy** – Percentage of correct predictions.
- **Precision** – How many predicted fake news articles are actually fake.
- **Recall** – How many fake news articles were successfully identified.
- **F1-Score** – Harmonic mean of precision and recall.

These metrics provide a balanced understanding of model performance.

[6] EXPERIMENTAL RESULTS

6.1 Model Performance

Model	Accuracy	Precision	Recall	F1-Score
Logistic Regression	92.3%	91.8%	90.5%	91.1%
Naive Bayes	89.7%	88.2%	87.4%	87.8%
SVM	94.5%	94.1%	93.6%	93.8%

The Support Vector Machine achieved the highest performance among all models, indicating that SVM is more effective for high-dimensional text features.

TABLE 1: Experimental analysis of the model performance

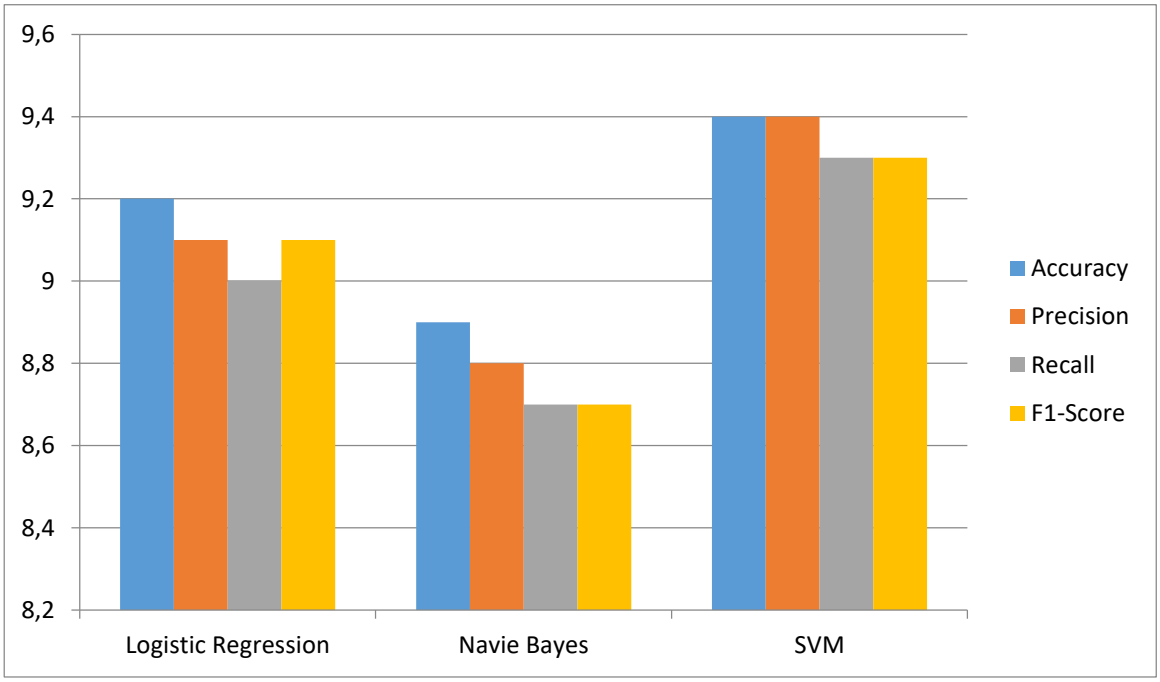


FIGURE 1: Experimental Result of the Model Performance

6.2 Analysis of Results

The results show that SVM performs better due to its ability to handle sparse data and high-dimensional numerical vectors. Logistic Regression also provided strong results but slightly lower recall. Naive Bayes performed well but was affected by the independence assumption,

which may not hold true for all textual features. Overall, SVM's balanced accuracy and F1-score make it the most reliable model for fake news detection in this study.

[7] DISCUSSION

The study highlights the effectiveness of machine learning in identifying misinformation. The high performance of SVM suggests that linear separability exists in TF-IDF feature space. Although deep learning methods might yield better accuracy, classical models are more explainable and computationally efficient. Another observation is that preprocessing plays a crucial role in improving accuracy. Without cleaning, tokenization and TF-IDF transformation, the models would not be able to extract meaningful patterns. Fake news articles show specific linguistic traits such as emotional language, sensational headlines and specific keyword patterns. Machine learning models capture these hidden patterns and use them for classification.

[8] CONCLUSION

This research demonstrates that machine learning algorithms can effectively detect fake news based on textual features. Among the three models implemented, the Support Vector Machine provided the highest accuracy and most balanced metrics. The findings indicate that classical machine learning approaches are efficient and practical for fake news detection tasks, especially when computational resources are limited. The developed model can be integrated into digital platforms, browser extensions or news verification systems to help users identify misleading content quickly and reliably.

[9] FUTURE WORK

To enhance this research, the following directions can be explored:

9.1 Deep Learning Models – Using LSTM, GRU or transformer-based models like BERT.

9.2 Multimodal Analysis – Combining text with images, metadata and user engagement patterns.

9.3 Real-time Deployment – Developing an API or browser plugin for live fact-checking.

9.4 Regional Language Support – Expanding detection to Tamil, Hindi and other Indian languages.

9.5 Larger and Diverse Datasets – Improving generalization across topics and writing styles.

REFERENCE

[1] H. Allcott and M. Gentzkow, ‘‘Social media and fake news in the 2016 election,’’ J. Econ. Perspect., vol. 31, no. 2, pp. 36–211, 2017.

[2] T. Rasool, W. H. Butt, A. Shaukat, and M. U. Akram, ‘‘Multi-label fake news detection using multi-layered supervised learning,’’ in Proc. 11th Int. Conf. Comput. Autom. Eng., 2019, pp. 73–77.

[3] X. Zhang and A. A. Ghorbani, ‘‘An overview of online fake news: Characterization, detection, and discussion,’’ Inf. Process. Manage., vol. 57, no. 2, Mar. 2020, Art. no. 102025. [Online]. Available: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0306457318306794

[4] Abdullah-All-Tanvir, E. M. Mahir, S. Akhter, and M. R. Huq, ‘‘Detecting fake news using machine learning and deep learning algorithms,’’ in Proc. 7th Int. Conf. Smart Comput. Commun. (ICSCC), Jun. 2019, pp. 1–5.

[5] K. Shu, A. Sliva, S. Wang, J. Tang, and H. Liu, ‘‘Fake news detection on social media: A data mining perspective,’’ ACM SIGKDD Explorations Newslett., vol. 19, no. 1, pp. 22–36, 2017.

[6] R. Oshikawa, J. Qian, and W. Y. Wang, ‘‘A survey on natural language processing for fake news detection,’’ 2018, arXiv:1811.00770.

[7] S. B. Parikh and P. K. Atrey, ‘‘Media-rich fake news detection: A survey,’’ in Proc. IEEE Conf. Multimedia Inf. Process. Retr. (MIPR), Apr. 2018, pp. 436–441.

[8] A. Habib, M. Z. Asghar, A. Khan, A. Habib, and A. Khan, ‘‘False information detection in online content and its role in decision making: A systematic literature review,’’ Social Netw. Anal. Mining, vol. 9, no. 1, pp. 1–20, Dec. 2019.

[9] M. K. Elhadad, K. F. Li, and F. Gebali, ‘‘Fake news detection on social media: A systematic survey,’’ in Proc. IEEE Pacific Rim Conf. Commun., Comput. Signal Process. (PACRIM), Aug. 2019, pp. 1–8.

[10] A. Bondielli and F. Marcelloni, ‘‘A survey on fake news and rumour detection techniques,’’ Inf. Sci., vol. 497, pp. 38–55, Sep. 2019. [Online]. Available: http://www.sciencedirect. com/science/article/pii/S0020025519304372

[11] P. Meel and D. K. Vishwakarma, ‘‘Fake news, rumor, information pollution in social media and web: A contemporary survey of state-of-the-arts, challenges and opportunities,’’ Expert Syst. Appl., vol. 153, Sep. 2020, Art. no. 112986.

[12] K. Sharma, F. Qian, H. Jiang, N. Ruchansky, M. Zhang, and Y. Liu, ‘‘Combating fake news: A survey on identification and mitigation techniques,’’

THE INTERSECTION OF LOGISTICS, MACHINE LEARNING, AND DIGITAL PUBLIC STRATEGY: A CASE STUDY OF MOROCCO IN THE CONTEXT OF "DIGITAL MOROCCO 2030"

Pr AMZILE Rajaa

Research Professor at: Faculty of Legal, Economic and Social Sciences, Agdal, Mohammed V University, Rabat, Morocco.

Abstract

In a world characterized by intense technological disruption and increased worldwide competitiveness, Morocco's digital transformation serves as a national goal, with logistics establishing itself as an integral innovation area. The introduction of machine learning (ML) into logistics, which sits at the crossroads of data, infrastructure, and regulation, possesses the power to drastically boost prediction, inventory control, route optimization, and operational visibility. At the forefront of this aspiration sits the "Digital Morocco 2030" strategy, which anticipates not simply bureaucratic modernization, but also the widespread application of cutting-edge technologies all through important sectors of the nation's economy.

This manuscript addresses the way in which the combination of digital government policies, machine learning, and industrial change, notably in logistics, could stimulate structural reform in the kingdom of Morocco. Via a holistic lens, it underscores Machine learning's transformative ability as a cross-cutting agent for technological transformation, while simultaneously stressing ongoing systemic obstacles like divided infrastructure, compartmentalized data, and institutional reluctance. Particular focus is placed upon how digital leadership, public-private partnerships, and dedicated cultivation of talent may unlock Morocco's digital promise and guarantee conformity with the goals established in the national strategy.

Keywords: Logistics, Machine Learning (ML), Digital Transformation, Digital Morocco 2030 (DM30), National Strategy, Prediction, E-Government (E-gov)

SYNTHESIS, CHARACTERIZATION AND COMPUTATIONAL INVESTIGATION OF 5-CHLORO-2-(5-(2-METHYL-1H-BENZIMIDAZOL-5-YL)-1,3,4-OXADIAZOL-2-YL)ANILINE

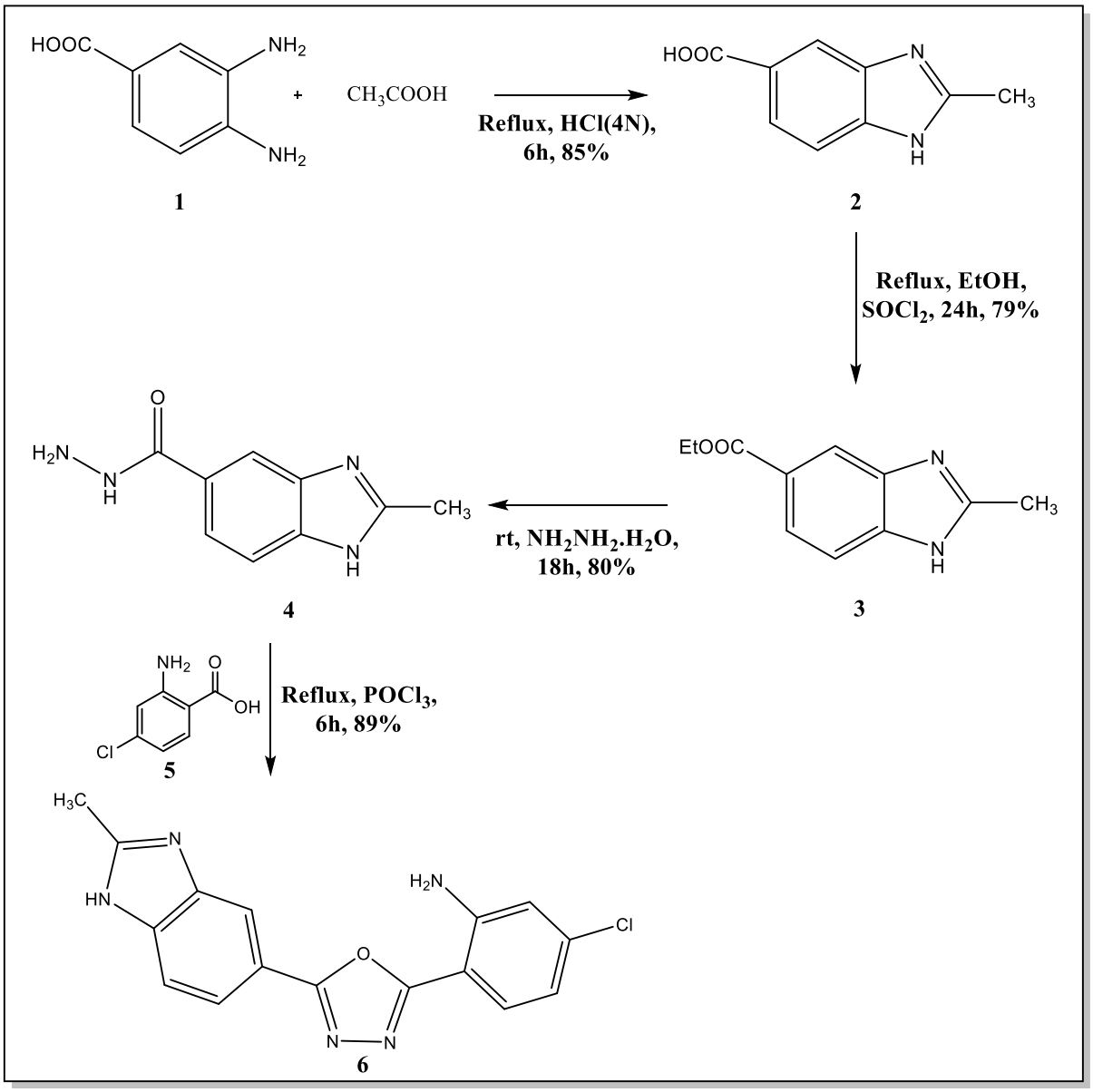
Assiya Atif[1*], Soukaina Ameur[1,2], Houssine Ait Sir[1]

[1]*Bioorganic Chemistry Team, Laboratory of Bioorganic Chemistry, Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, 24000 El Jadida, Morocco.*

[2]*Molecular Modeling and Spectroscopy Research Team, Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, 24000 El Jadida, Morocco.*

Abstract

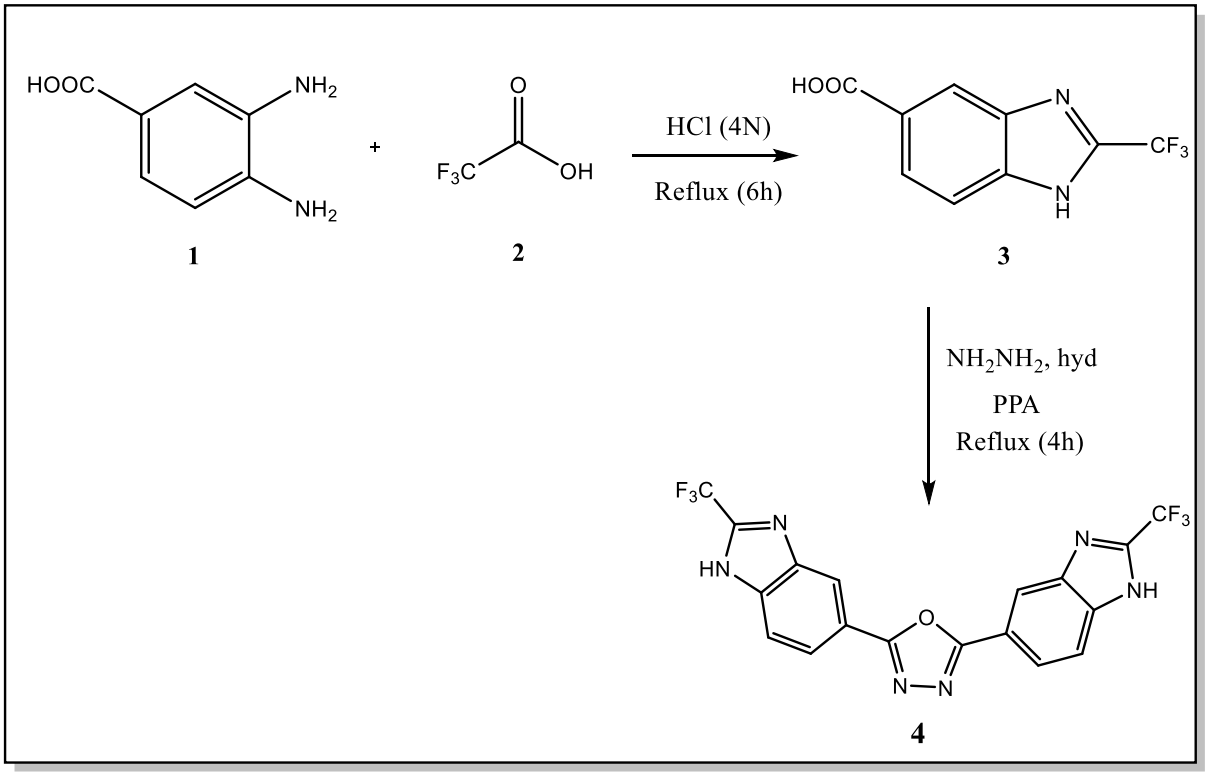
This study presents the synthesis and characterization of the compound 5-chloro-2-(5-(2-methyl-1H-benzimidazol-5-yl)-1,3,4-oxadiazol-2-yl)aniline, by ^{1}H NMR, ^{13}C NMR and FTIR-ATR infrared spectroscopy and mass spectrometry. The theoretical investigation was evaluated using density functional theory (DFT), electrostatic surface potential (ESP) analysis as well as Fukui indices, ADME/Tox properties, molecular docking and Molecular Dynamics studies of this molecule.


HOOC
NH2
NH2
CH3COOH
Reflux, HCl(4N),
6h, 85%
HOOC
N
CH3
N
H
1
2
Reflux, EtOH,
SOCl2, 24h, 79%
O
H2N
N
H
N
CH3
N
H
EtOOC
N
CH3
N
H
rt, NH2NH2.H2O,
18h, 80%
4
3
NH2
O
OH
Cl
5
Reflux, POCl3,
6h, 89%
H3C
N
HN
H2N
Cl
O
N
N
6

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF 2,5-BIS(2-(TRIFLUOROMETHYL)-1H-BENZIMIDAZOL-5-YL)-1,3,4-OXADIAZOLE

Assiya Atif
Houssine Ait Sir
Bioorganic Chemistry Team, Laboratory of Bioorganic Chemistry, Faculty of Sciences, Chouaib Doukkali University, 24000 El Jadida, Morocco.

This study presents the synthesis and characterization of a novel 1,3,4-oxadiazole derivative compound, 2,5-bis(2-(trifluoromethyl)-1H-benzimidazol-5-yl)-1,3,4-oxadiazole, using ^{1}H NMR, ^{13}C NMR, mass spectrometry and FTIR-ATR infrared spectroscopy. Reactivity, ADME/toxicity and docking to therapeutic targets were investigated revealed that 2,5-bis(2-(trifluoromethyl)-1H-benzimidazol-5-yl)-1,3,4-oxadiazole (BTBO) exhibits excellent intestinal absorption, limited solubility and CNS penetration, and restained clearance. It interacts with key cytochromes and transporters, suggesting possible drug–drug interactions. Toxicity evaluations indicated mutagenic potential and moderate oral toxicity, with no hepatotoxicity or skin sensitization. Molecular docking demonstrated strong binding affinities to targets in six therapeutic areas, often outshining reference ligands, supporting its auspicious pharmacokinetic and therapeutic potential.



FROM DISPLACEMENT TO CULTIVATION: HISTORICAL TRAJECTORIES OF AGRARIAN ADAPTATION AMONG ROHINGYA REFUGEES IN COX'S BAZAR (1978–2025)

Mst.Shamima Islam,
Khulna University, Arts And Humanities School,
Discipline of History And Civilization, Khulna
ORCID:0009-0005-4919-6782
Abir Hasan
Khulna University, Education School, Discipline:Institute of education research
Orchid Id:0009-0008-8634-3317

This paper will investigate how prolonged displacement has reshaped the agrarian lives, ecological practices, and collective memories of Rohingya refugees living in Cox's Bazar camps. While most of the existing studies on the Rohingya crisis focuses on humanitarian and political dimensions, this paper will situate their experience within a longer historical continuum of agricultural adaptation with the factor of forced migration in play. Using archival research, oral histories, and spatial analysis, this study will reconstruct how successive refugee generations have negotiated land scarcity, shifting economies, and environmental degradation since 1978. It will examine how memories of agrarian life in pre-displacement Rakhine are reinterpreted within the ecological and institutional constraints of Bangladeshi refugee settlements.

The analysis will integrate environmental history**,** political ecology**,** and historical perspectives to explore how agrarian identities are reconstructed through both necessity and remembrance. The research is expected to demonstrate that displaced Rohingya communities maintain adaptive agricultural knowledge and ecological resilience that challenge dominant narratives of refugee dependency on host nation.

Foregrounding the intersections of land, labor, and memory, this study aspires to be part of the emerging scholarship on refugee agroecologies and agrarian resilience in South Asia. It will also offer some insights for policymakers and humanitarian organizations seeking sustainable approaches to livelihood planning and environmental management for refugees.

Keywords: Agrarian history, Rohingya refugees, Environmental adaptation, displacement, memory, Cox's Bazar

"NANOTECHNOLOGY IN DRUG DELIVERY"

N Arshad Ahamed
https://orcid.org/0009-0000-8565-2742
D Aravindhan, K Dinesh Rajan, S Rubin Thara
Faculty of pharmacy, Bharath institute of higher educational research

Abstract:

Nanotechnology has emerged as one of the most advanced and promising tools in modern drug delivery systems. It involves the use of nanosized carriers such as nanoparticles, liposomes, dendrimers, and nanoemulsions to transport drugs directly to the targeted site in the body. These nanocarriers improve the therapeutic effectiveness of drugs by enhancing their solubility, stability, and bioavailability. One of the most significant advantages of nanotechnology is its ability to deliver drugs in a controlled and sustained manner, reducing dosing frequency and minimizing side effects. Targeted drug delivery using nanoparticles also helps avoid damage to healthy tissues, which is particularly important in cancer therapy. In addition, nanotechnology enables the effective delivery of poorly soluble drugs and biologics that cannot be administered through conventional routes. With ongoing research and technological advancements, nanotechnology is expected to revolutionize personalized medicine and improve patient outcomes. Overall, nanotechnology in drug delivery represents a major breakthrough in the pharmaceutical field and holds immense potential for future healthcare solutions.

Keywords: Nanotechnology, Drug Delivery, Nanoparticles, Targeted Therapy, Controlled Release

STRENGTHENING PUBLIC-PRIVATE PARTNERSHIPS FOR DISEASE CONTROL IN NIGERIA: A REVIEW OF NCDC'S COLLABORATIONS WITH PRIVATE SECTOR STAKEHOLDERS

Unamu Emmanuel U
Adekola S.A
Musah Khadijat Toyin
Bakare Mustapha Umar
Sodiq Adetunji Adekola.
Centre for Health Systems support and Development, Faculty of Nursing and Allied Health Sciences, University of Abuja.

ABSTRACT

Background: Nigeria faces persistent infectious disease threats compounded by health system weaknesses and inadequate funding. The Nigeria Centre for Disease Control (NCDC) increasingly leverages public-private partnerships (PPPs) to address gaps in epidemic preparedness, surveillance, and response. With private healthcare delivery exceeding 60% nationally, the private sector has become essential to achieving health security objectives.

Objective: This study systematically reviews NCDC-led private sector collaborations from 2014-2025, generating evidence-based recommendations for sustainable PPP models.

Methodology: A qualitative multiple case-study design incorporating document review and key informant interviews examined four collaborations: Alliance for Epidemic Preparedness and Response (A4EPR), Private Sector Coalition Against COVID-19 (CACOVID), Lassa fever response partnerships, and pharmaceutical industry collaborations on essential medicines. Data sources included NCDC reports, peer-reviewed literature, memoranda of understanding, and semi-structured interviews with 18 key informants conducted September 2024-March 2025.

Results: Collaborations evolved from ad-hoc crisis responses to structured platforms. Achievements include mobilizing ₦70 billion through CACOVID, establishing 36 state-level Emergency Operations Centers via A4EPR, integrating private laboratories into national networks, achieving 30% reduction in epidemic response time, and decreasing Lassa fever case-fatality from 20% to 15% (2021-2024). Challenges include over-reliance on philanthropy, weak regulatory frameworks, data-sharing barriers, inadequate SME inclusion, and absent legal sustainability instruments.

Conclusions: PPPs have strengthened Nigeria's disease control capacity but remain institutionally fragile. Recommendations include establishing a statutory NCDC PPP Unit, gazetting a National Health PPP Framework, institutionalizing crisis coalitions, integrating private facilities into surveillance systems, and implementing transparent tax-incentive mechanisms for essential medicines affordability.

Keywords: Public-Private Partnerships, Disease Control, NCDC, Nigeria, Health Security

LONG-TERM SEAWATER IMMERSION EFFECTS ON THE MICROSTRUCTURAL STABILITY OF 304L AND 316L STAINLESS STEELS

Omar bensatte

ENSAM /Université Moulay Ismail , Morocco

Abstract

Austenitic stainless steels 304L and 316L are extensively utilized in marine and coastal applications owing to their advantageous mechanical qualities and corrosion resistance. Nonetheless, prolonged exposure to natural seawater can gradually modify surface integrity and microstructural stability, ultimately impacting durability and service performance. This study examines the impact of one-year natural seawater immersion on the microstructural integrity of 304L and 316L stainless steels, focusing on surface degradation mechanisms and the production of corrosion products.

Following a twelve-month immersion, the exposed surfaces were analyzed using scanning electron microscopy (SEM) in conjunction with energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDS). Plan-view observations indicate significant disparities in corrosion morphology between the two alloys. The 304L steel has an increased prevalence of corrosion characteristics, including localized damage linked to inclusions, machining marks, and varied surface deposits. Conversely, 316L exhibits enhanced resistance, marked by a reduced number and less pronounced corrosion sites, highlighting the advantageous function of molybdenum in stabilizing the passive coating in marine environments.

EDS tests reveal the presence of chloride- and sodium-rich residues concentrated at corrosion sites and surface imperfections, whereas the underlying matrix maintains a consistent Fe–Cr–Ni (and Mo for 316L) composition, signifying localized rather than extensive degradation. The findings emphasize the significant influence of microstructural heterogeneities on the initiation and progression of long-term corrosion, together with the enhanced stability of 316L after extended exposure to seawater.

These findings offer significant insights into the microstructure-environment interactions governing marine corrosion and facilitate informed material selection for prolonged service in seawater environments.

Keywords

Seawater immersion; Austenitic stainless steel; 304L; 316L; SEM/EDS; Localized corrosion

COMBINED EXPERIMENTAL AND THEORETICAL ANALYSIS OF THE PHYSICOCHEMICAL ATTRIBUTES OF A NEW STRONTIUM POLYPHOSPHATE, A-SR$(PO_3)_2$

El.Majdi
S. Zerraf
Said Belaaouad
Laboratory of Physical Chemistry of Applied Materials, Ben M'Sick Faculty of Sciences, Hassan II University of Casablanca, Casablanca, Morocco.

Abstract

The α-$Sr(PO_3)_2$ was synthesized at 273.15 K and P = 1.01325 bar and characterized by single crystal X-ray diffraction analysis, IR & Raman spectroscopy, and Computational simulation (ELF, HSA & DFT) studies. This compound crystallizes in the centrosymmetric triclinic space group *P*-1 (Z = 4) with a = 5.7938(3) (Å), b = 7.2039(4) (Å), c = 8.0673(4) (Å), α = 97.800(2)°, β = 104.590 (2)°, γ = 106.647(2)° & V = 304.25(3)$Å^3$. The 3D structure contains $Sr(PO_3)_2$ chains, which form wavy layers between which exist layers of $(PO_3)^-$ ions. In addition, theoretical calculations were performed using the DFT/B3LYP/LanL2DZ basis set for crystal molecular structure, Infrared and Raman spectra, and HOMO-LUMO properties of the title compound. 3D-MEPs and the α-$Sr(PO_3)_2$-(HOMO/LUMO) were used to assess the total electron density(Global reactivity) and the reactive centres(Local reactivity). Molecular orbital contributions are evaluated by DOS. A comparative study by the SD is in the range DFT/XRD; 0.06 in % for bond lengths and 0.016 in % for angles. The Intermolecular α-$Sr(PO_3)_2$ interactions were quantified by HAS. The ELF identifies (non-binding and binding) regions of space that can be associated with electron pairs for elaborated material. The IR spectrum confirms the existence of the functional groups in the elaborated material. The complete vibrational assignments and analysis of the observed fundamental bands of the molecule were carried out.

Keywords: Strontium Polyphosphate; Crystal structure; X-ray; Computational (ELF, HSA, DFT) studies.

THE VULNERABILITY OF THE BIOELECTRICAL ACTIVITY OF THE HEART IN OLDER PATIENTS TO THE IMPACT OF COVID-19

Gadimova Z.M.

Institute of Physiology n.a. academician Abdulla Garayev, Ministry of Science and Education Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan

Introduction.

Preliminary studies indicate that significant alterations in the cardiovascular system are associated with a heightened prevalence of cardiac arrhythmias among elderly and senile individuals infected with COVID-19. Infection with SARS-CoV-2 may increase the risk of damage to cardiac myocytes and the subsequent development of arrhythmias. In our research focusing on elderly and senile patients, we obtained important results by analyzing various forms of arrhythmias resulting from disorders in the heart's automaticity and conduction pathways.

Materials and methods. The study conducted at the “Gerontological Center of Baku”, Ministry of Health of the Republic of Azerbaijan, involved two groups based on gerontological age classification: elderly individuals aged 60 to 74 years (n=116) and senile individuals aged 75 to 89 years (n=105). Both infected and uninfected participants were included in the research. To study the dynamics of age-related changes in the bioelectric activity of the heart, electrocardiograms (ECGs) were recorded using a standard 12-lead electrocardiograph device. A total of 221 participants took part in the study, comprising 47 men and 174 women.

Results. It is hypothesized that COVID-19 may lead to myocardial injury through various mechanisms, including direct infection of myocardial cells, vascular inflammation, and thromboembolism. Hospitalized patients with acute COVID-19 infection have been found to experience both atrial and ventricular arrhythmias associated with impaired cardiac automaticity. The primary objective of our study is to investigate cardiac automaticity functions, focusing on conditions such as atrial fibrillation (AF), bradyarrhythmia, supraventricular tachycardia (SVT), atrioventricular block (AV), and various types of His bundle blocks. Additionally, we aim to assess the risk of arrhythmias and examine the relationship between the dynamics of these arrhythmias and mortality in the elderly population.

In our study of bioelectrical activity in the heart, we examined various types of myocardial damage, including previous myocardial infarction, post-infarct scar symptoms, coronary insufficiency, and weakened blood supply to the myocardium. We also investigated different types of arrhythmias, particularly His bundle blocks, in both elderly and senile

patients infected with COVID-19. Interestingly, in both age groups, these cardiac issues were found to be more prevalent in individuals who were not infected with COVID-19. This observation suggests that the SARS-CoV-2 virus may contribute to myocardial damage in elderly individuals, affecting not only the myocardial muscle but also the nodes that regulate cardiac automaticity.

Conclusion. Acute forms of arrhythmias resulting from disruptions (disorders) in cardiac automaticity may not only be a direct consequence of COVID-19 infection but also the product of age-related conditions such as neurosis, arterial hypertension, diabetes mellitus, obesity, arthritis, and other systemic diseases. In addition, prolonged QT interval is a more common finding, especially in elderly patients, who were infected COVID-19 infection. Regarding the biomarker profile, our analysis revealed that elderly individuals who experienced two or more infection of COVID-19 exhibited elevated levels of certain critical blood parameters. Specifically, concentrations of troponin, D-dimer, and C-reactive protein (CRP) were significantly higher in this group compared to others.

Protecting cardiovascular health in older adults recovering from COVID-19 requires a targeted and comprehensive approach. Age-related physiological changes, combined with the potential cardiovascular complications of SARS-CoV-2 infection, can increase the risk of adverse outcomes in this population. Therefore, the development of specific, evidence-based recommendations for the elderly is essential.

Given that older adults represent a particularly vulnerable group, ongoing medical supervision—including regular assessments such as electrocardiograms (ECG), C-reactive protein (CRP), D-dimer levels, and lipid panels—is critical. Post-COVID syndrome should be closely monitored, and management should include strict control of blood pressure and glycemic levels, take measures against blood clots, and the promotion of healthy lifestyle habits, including balanced nutrition, physical activity, adequate sleep, and stress reduction.

Long-term cardiovascular care is vital to mitigating the potential sequelae of COVID-19 in this age group. With continuous monitoring, appropriate medical management, and lifestyle interventions, many adverse cardiovascular outcomes may be prevented or minimized. Future research should focus on elucidating the long-term effects of COVID-19 on cardiovascular function in older populations to inform clinical guidelines and improve patient outcomes.

ENHANCING LUNG CANCER CLASSIFICATION THROUGH ADVANCED DATA BALANCING TECHNIQUES

Rajae Bouzidi Idrissi
PhD Student, Mohammed V University, Faculty of Sciences, Rabat-Morocco
Nabila ZRIRA
Assistant Professor, MINES-RABAT School (Ecole Nationale Supérieure des Mines de Rabat)
Rabat, Morocco

Abstract

Class imbalance remains a major challenge in medical data analysis, particularly in lung cancer classification. This study extends previous research by evaluating and comparing three data balancing techniques—SMOTE, ADASYN, and Random Oversampling—on a lung cancer dataset with 283 positive and 38 negative samples. Various machine learning models, including Logistic Regression, Random Forest, and Support Vector Machines, were trained and tested before and after applying these techniques. Results show that SMOTE achieved the best overall performance, improving accuracy, precision, and AUC while reducing class bias. The optimized Logistic Regression model reached 98.15% accuracy and 99.92% AUC. These findings highlight the importance of effective data balancing methods for fair and accurate medical classification.

Keywords: Lung cancer, Class imbalance, SMOTE, Machine learning, Oversampling.

SCREENING OF CHILI (*Capsicum annuum* L.) GENOTYPES FOR SALT TOLERANCE BASED ON MORPHO-PHYSIOLOGICAL TRAITS[1]

MD. DARAJ UDDIN PRODHAN

ABSTARCT

The experiment was conducted to screen out chili genotypes against salinity stress in net house, Department of Genetics and Plant Breeding, Sher-e-Bangla Agricultural University, Dhaka during the period of November 2021 to April 2022. This experiment was carried out with eight genotypes coded from G_1 to G_8 and three salt treatments *viz.* T_1= 3.00 dS/m NaCl, T_2= 6.00 dS/m NaCl, T_3= 9.00 dS/m NaCl with T_0 = 0 dS/m NaCl (control), in CRD design with three replications. Genotypes and stress interaction were estimated based on agromorphogenic and physiological traits. Anova, genotypes mean performance, genotype and salinity interaction, heritability, correlation coefficient and path coefficient analysis were arranged in different tables. The interaction effect of genotypes and salinity levels showed that concerning yield per plant G_1T_0 (335.67 g/plant) was maximum in control whereas G_6T_1 (252.67 g/plant), G_6T_2 (135.00 g/plant), G_1T_3 (32.33 g/plant) were found to produce yield in T_1, T_2 and T_3 treatments respectively. All of the analyzed characteristics similarly indicated a greater proportion of heritability (above 60%) with the exception of fruit diameter in case of treatment T_2 (8%). For all traits, the genotypic correlation coefficient for control (T_0) was higher than its counterpart phenotypic correlation coefficient except days to first flowering (0.62, 0.60) in T_2. The number of fruits and branches per plant can have a considerable positive impact on yield. Moreover, path coefficient study pointed out that, number of leaves per plant and number of fruits per plant had a positive direct effect on yield in control T_0 as well as three treatments (T_1, T_2, T_3). The results of this experiment revealed that G_6 (Super) performed well under T_1 and T_2 treatments because it produced the highest number of yields, whereas G_1 (Tufan) produced the highest yield under T_3. The genotype G_3 (Kalo Manik) produced the second highest yield at T_1 and T_2 treatments. Thus, G_6 (Super) and G_3 (Kalo Manik) genotypes can be suggested for mild to moderately saline-prone areas in Bangladesh. Salinity stress adversely affects the physiology of chili at all stages of growth and development. Observation of morpho-physiological traits played important role for the selection of suitable genotype for future breeding purpose.

PREVALENCE OF IRRITABLE BOWEL SYNDROME (IBS) SYMPTOMS AMONG MEDICAL AND NON-MEDICAL STUDENTS

Amr R. Haidar[1-2-3], Salem Khaled Abdulrahman[1], Abdullah Saleh Ali[1], Walid Abdulmalik Bajash[1], Amr Farhan[3-5-6-7]and Abduladeem G.M. Al-Selwi[3-4-5]
1-Faculty of Medical Sciences, Al-Hikma University, Taiz, Yemen
2-Master of Public Health, Ain Shams University Cairo, Egypt
3-*Arwas Foundation for Development and Qualitative Studies– Yemen.*
4-Department: of Clinical epidemiology and medico-surgical sciences, Health and Nutrition Research Team of the Mother-Child Couple, Faculty of Medicine and Pharmacy, University Mohammed V, Rabat, Morocco.
5-Taiz University in Yemen.
6-Hassan First University of Settat, Energy – Materials – Instrumentation & Telecom Laboratory (EMIT), Settat, Morocco..
7-Hassan First University of Settat, Higher Institute of Health Sciences (ISSS), Settat, Morocco.

Abstract

The prevalence of Irritable Bowel Syndrome (IBS) symptoms is generally higher in medical students compared to non-medical students, this difference is likely due to factors like academic stress, irregular eating habits, and sleep disturbances, which are more prevalent in medical students and are known to contribute to IBS symptom **Objective:** To measure the prevalence of irritable bowel syndrome (IBS) symptoms among medical and non-medical students at Al-Hikma University and analyze associated factors such as academic stress and dietary habits**.**

Methodology: The study included 40 students (20 medical, 20 non-medical) in February 2025. Data were collected through an electronic questionnaire based on the Rome IV criteria and interviews with academic officials.

Results: The prevalence of IBS symptoms was higher among medical students (80%) compared to non-medical students (45%) ($p = 0.008$). - 85% of medical students reported worsened symptoms during exams. - Female students were more affected (66.7%) than males (50%).

Conclusion: Academic stress and fast food consumption are key contributing factors. The study recommends awareness programs to improve students' health.

Keywords: Irritable Bowel Syndrome, Medical Students, Academic Stress, Rome IV Criteria.

VALORISATION OF BIO-EGGSHELL WASTE FOR THE SYNTHESIS OF ECO-FRIENDLY $CACO_3$@ZN-AL MMO CORE–SHELL NANOFLOWERS AS AN EFFICIENT PHOTOCATALYST FOR ENHANCED RHB DEGRADATION UNDER VISIBLE LIGHT IRRADIATION

TAJAT Naoual
EL MOUHRI Wail
El HAYAOUI Widad
NADIF Iliass, BAKAS Idriss
TAMIMI Malika
ASSABBANE Ali
QOURZAL Samir
Laboratory of applied physical chemistry, Faculty of Sciences Ibn Zohr University, BP 8106 Dakhla, 80060 Agadir, Morocco.

Abstract:

In this study, a type-I heterojunction was synthesized based on eggshell waste doped mixed metal oxide (ES@ZnAl MMO) for the degradation of RhB dye under visible light irradiation. The ES@ZnAl MMO core-shell was synthesized using waste eggshell and layered double hydroxide (LDH) as primary precursors. After their mechanochemical assembly and thermal treatment, $CaCO_3$ was formed in both calcite and vaterite forms, alongside mixed metal oxides derived from the LDH (ZnO and Al_2O_3). The formation of a heterojunction between the semiconductors results in an improved activation of sites, a decrease in bandgap energy from 5.72 to 3.44 eV, and an increase in degradation capacity. The elemental composition, morphology, structural, and optical properties of the ES@ZnAl MMO nanocomposite were analyzed using various techniques. The optimal ES@ZnAl MMO photocatalyst demonstrated superior performance, reaching over 98% of RhB dye degradation under optimal conditions, outperforming pure ZnAl LDH, ZnAl MMO, and ES. After five run cycles, the ES@ZnAl MMO heterojunction still maintained a high photocatalytic performance for RhB dye (99%). Furthermore, it displayed high performance in degrading various other pollutants, including OG, IC, MB, and 2.4-DP, with degradation efficiencies of 97%, 99%, 99%, and 87%, respectively. This economically advantageous heterojunction showed its importance in environmental remediation, presenting a promising solution for addressing diverse pollution challenges.

Keywords: Mixed metal oxides; Waste eggshell; Type-I heterojunction; Rhodamine B; Core-shell structure; Heterojunction; Visible light

THERMAL ANALYSIS OF MARANGONI-DRIVEN MAXWELL NANOFLUID FLOW OVER A POROUS ROTATING DISK

E. O. Fatunmbi

S. A. Odunlami

Department of Mathematics and Statistics, Federal Polytechnic, Ilaro, Nigeria.

Department of Mechanical Engineering, Federal Polytechnic, Ilaro, Nigeria.

Abstract

This study presents a comprehensive thermal analysis of Marangoni-driven Maxwell nanofluid flow over a porous rotating disk, a configuration relevant to advanced thermal-processing systems, coating technologies, micro-fabrication, and rotating-disk reactors. The combined effects of Maxwell fluid, surface-tension gradients, and porous-medium create a complex transport environment that significantly influences heat transfer performance. A similarity transformation is applied to reduce the governing nonlinear partial differential equations into a system of coupled ordinary differential equations. These equations are solved numerically using a numerical algorithm. The impacts of key parameters—including the Deborah number, Marangoni number, porosity parameter, suction/injection parameter, nanoparticle volume fraction, and internal heat generation—are examined in detail. Results show that increasing Deborah number suppresses radial velocity while enhancing thermal boundary-layer thickness due to elastic effects. Strong Marangoni convection accelerates surface flow and elevates temperature gradients at the interface. Suction markedly reduces both momentum and thermal layers, improving heat transfer rate. The findings provide useful insight for optimizing heat-controlled rotating-disk devices, particularly in nano-enhanced coating, thermal management, and micro-fluidic applications.

Keywords: Thermal Analysis; Marangoni-driven flow; Porous Disk; Maxwell-Nanofluid flow

THE EFFECT OF CULTIVATION STRATEGY OF CRITICAL THINKING IN DEVELOPING WRITING SKILLS OF COLLEGE STUDENTS

Prof. Dr. Sabeeha Hamza Dehham
College of Basic Education, University of Babylon, Iraq.
Assist. Lect. Murtdha Ayad Mohammed
College of Basic Education, University of Babylon, Iraq.

Abstract

This study investigates the effect of employing cultivation strategies of critical thinking in developing the writing skills of college students. The research aims to determine whether integrating targeted critical-thinking practices—such as analysis, evaluation, inference, and reflective judgment—into writing instruction can enhance students' ability to produce coherent, well-structured, and critically informed written texts. A quasi-experimental design was adopted, involving an experimental group that received instruction based on critical-thinking cultivation strategies and a control group taught through traditional writing methods. Data were collected through pre- and post-tests assessing key writing components including organization, clarity, argumentation, grammatical accuracy, and content development. The results revealed significant improvement in the writing performance of the experimental group compared to the control group, indicating that systematic cultivation of critical thinking positively influences students' ability to generate more analytical and logically constructed written work. The study concludes that embedding critical-thinking strategies into writing pedagogy can effectively strengthen students' writing proficiency and foster higher-order cognitive engagement. Recommendations for curriculum designers and educators are also provided.

Keywords: Cultivation Strategy, Critical Thinking, Writing Skills, College Students.

SYNERGISTIC EFFECTS OF CARBON SEQUESTRATION ON ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY AND DISEASE MANAGEMENT

Mahmud Sindid Ikram
Department of Plant Pathology, Bangladesh Agricultural University, Mymensingh-2202, Bangladesh,
Sumiya Akter Moni
Department of Plant Pathology, Bangladesh Agricultural University, Mymensingh-2202, Bangladesh,

Abstract

Global food security has been suffering from the emerging climate crisis caused by rising atmospheric CO_2. Carbon sequestration is an implicit climate mitigation strategy. Its potentiality to develop plant disease resistance remains under several experiments. This review gathers evidence on these dual benefits, investigating the direct and indirect effect of carbon sequestration on environment and plant immunity. A robust review of Web of Science, Scopus, PubMed, and CAB Abstracts (2000-2024) was conducted. The findings found two key mechanisms. Firstly, elevated CO_2 (eCO_2) directly guides plant defenses by enhancing carbon fixation, thereby the carbon enters into photosynthesis to accumulate the sugar which alters redox balance and stimulates salicylic acid (SA) signaling while suppressing jasmonic acid (JA). Pathogens exhibit resistance due to this shift in hormonal balance. The infestation of tomato Yellow Leaf Curl Virus (TYLCV), mainly transmitted by whiteflies, was reduced by up to 14.6% and severity by 20.0%. Secondly, proper sequestration practices based on soil passively manage disease occurrence through enhancing soil organic matter and providing compatible habitat for beneficial microorganisms. This review showed that carbon sequestration is a synergistic, climate-smart strategy. Moreover, a solution to a sustainable pathway to mitigate atmospheric CO_2 and reduce overuse of chemical pesticides which fosters the climate to combat the dramatic rise of Green House Gases (GHG). More emphasis should be given in this regard by the responsible authorities.

Keywords: Carbon Sequestration; Elevated CO_2; Plant Immunity; Salicylic Acid; Jasmonic Acid; Climate-Smart Agriculture.

LUMO - AN INTEGRATED IOT-AI SAFETY ASSİSTANCE SYSTEM FOR REAL-TİME EMERGENCY RESPONSE

Md Mehedi Hasan Naeem
Jatiya Kabi Kazi Nazrul Islam University, Faculty of Science, Department of Computer Science and Engineering, Mymensingh, Bangladesh.
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0001-7046-4009

Mst Kamrunnahar Ruma
Jatiya Kabi Kazi Nazrul Islam University, Faculty of Science, Department of Computer Science and Engineering, Mymensingh, Bangladesh.
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-2881-5468

Nafiza anjum
Jatiya Kabi Kazi Nazrul Islam University, Faculty of Science, Department of Computer Science and Engineering, Mymensingh, Bangladesh.
ORCID ID: https://orcid.org/ 0009-0002-2129-5269

Shakila Sultana
Jatiya Kabi Kazi Nazrul Islam University, Faculty of Science, Department of Computer Science and Engineering, Mymensingh, Bangladesh.
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-0056-760X

Abstract

Intelligent voice assistants have become integral to modern-machine interaction. However, most existing systems such as Siri, Alexa, Google Assistant depend heavily on cloud connectivity, raising critical challenges related to privacy, latency, energy consumption and limited language support.These limitations render existing solutions impractical for areas with low connectivity, critical mission settings, and users in need of high accessibility. To overcome these constraints, this paper introduces **LUMO (Listening and Understanding Machine Operator)** - an entirely offline, multilingual, privacy-conscious voice assistant crafted to function effectively on lightweight edge devices like the Raspberry Pi 5.

Lumo integrates an end-to-end offline pipeline combining **Vosk-based Automatic Speech Recognition (ASR)**, a quantized **local Large Language Model (LLM**) for natural language reasoning and **Piper Text-to-Speech (TTS)** for expressive multilingual voice synthesis. The system supports English and Bangla, also more languages, enabling inclusive interaction for diverse populations and visually impaired users who rely entirely on speech-based interfaces.

A NeoPixel LED ring provides visual feedback for listening, processing and speaking states, enhancing usability in hands-free or low-visibility scenarios.

Beyond conversational capabilities, Lumo incorporates seamless **IoT integration**, enabling real-time control of sensors and actuators for smart homes, educational settings, rural deployments, healthcare facilities and isolated environments such as spacecraft and mountain expeditions where internet access is unavailable. All data including speech, queries and responses remains strictly local, ensuring **complete data privacy** and eliminating dependency on cloud servers. The system is optimized through model quantization, multithreading and SSD based storage, enabling low-latency performance within constrained power budgets.

By combining offline AI processing, multilingual accessibility, energy efficiency and robust IoT interaction, LUMO represents a novel step toward decentralized, secure and universally accessible voice intelligence. This work demonstrates the feasibility of deploying mission-ready conversational AI on edge devices, offering impactful applications across healthcare, education, rural development and space exploration.

Keywords: Offline Voice Assistant, Edge Computing, Multilingual Speech Processing, Privacy-Preserving AI, Raspberry Pi Implementation

ANTIPROLIFERATIVE EFFECT OF THE CRUDE VENOM OF MOROCCAN COBRA *NAJA HAJE* ON BRAIN CANCER CELL LINES

Salma Chakir[1, 2], Reda Chahir [1,2], Nihal Mesmoudi [1,4], Paola Infante[3], Ludovica Lospinoso Severini[3], Hinde Aassila[2], Abdellah Moustaghfir[4], Lucia DiMarcotullio[3], Naoual Oukkache[1]*

1 Laboratory of Venoms and Toxins, Institut Pasteur of Morocco, Casablanca, Morocco.
2 Laboratory of Agri-food and Health Research, Faculty of Sciences and Technologies of Settat, Morocco.
3 Department of Molecular Medicine, Sapienza University of Rome, Rome, Italy.
4 Faculty of Dental Medicine, Mohammed V University of Rabat

ABSTRACT

The cobra *Naja haje* (*Nh*) is the only representative of the elapid family in Morocco. It belongs to the Naja haje species which can be prominently found in North Africa and is mainly known for its composition in various molecules mainly enzymes and toxins responsible for neurotoxic, cardiotoxic and myotoxic effects.

In the present work, we investigated the proteome of the *Naja haje* crude venom for its potential activity on cancer cell growth. To this end, we conducted a proliferation assay using increasing concentrations of the *Nh* crude venom (6.25, 12.5, 25, 50 and 100 µg/mL) specifically on brain cancer cell lines (DAOY, D283, KELLY and SK-N-SH)as well as normal cell line MEFWT. The results were observed after 24, 48 and 72 hours.

The proliferation assay results showed that the *Nh* crude venom had a different effect on cancer cell growth depending on the cell line. While it induced a fast increase in cell mortality rates in D283 and DAOY from the lowest concentrations of venom (6.25 and 12.5 µg/ml) at 24hrs as well as in the KELLY cell line at 48hrs, it contrastingly exerted a proliferative effect on the SK-N-SH cell line at 48hrs. The Nh venom had little to no effect on the non-cancerous cell line MEFWT.

As of yet, this study is the first report showing the potential of the Moroccan *Naja haje* venom as an alternative therapeutic approach for cancer therapy in brain cancer cell lines and will prospectively explore the venom in fractions to specifically identify the molecules responsible for the antiproliferative activity.

Keywords: *Naja haje, anticancer, proliferation assay, brain cancer, cancer cells*.

OPTIMIZED MICROWAVE EXTRACTION OF OLIVE SEED (*OLEA EUROPAEA* L.): A COMPREHENSIVE STUDY OF CHEMICAL COMPOSITION AND BIOLOGICAL ACTIVITIES

Iouknane-Debbou Nedjima

1 Research Center in Agro-food Technologies (CRTAA). Road of Targua Ouzemour 06000 , Bejaia, Algeria.

Meriem Adouane

Laboratoire de Gestion et Valorisation des Ressources Naturelles et Assurance Qualité (LGVRNAQ), Faculté 7 des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre, Université de Bouira, 10000 Bouira, Algeria

Fatiha Brahmi

Laboratoire de Biomathématiques, Biophysique, Biochimie et Scientométrie, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université de Bejaia, 06000 Bejaia, Algérie.

Abstract

Introduction and objective: Microwave-assisted extraction (MAE) is an effective approach for recovering bioactive compounds. However, optimizing this process is essential to ensure high yield and preserve the functional properties of the extracts. In this context, the present study applied a centered composite design (CCD) of response surface methodology (RSM) to optimize the parameters of MAE of olive seed, an agro-industrial by-product particularly rich in polyphenols. The objective was to identify the optimal operating conditions and evaluate the antioxidant and antimicrobial activities of the extract obtained.

Methods: Various factors (power, irradiation time, solvent concentration, solid/solvent ratio) were evaluated. Phenolic compounds were quantified by spectrophotometry and characterized by HPLC-ESI-MS. Antioxidant activities were determined by DPPH, ABTS, FRAP, and AA, while antimicrobial activity was tested against *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas aeroginosa*, and *Escherichia coli*.

Results: The optimization of the MAE process enabled the identification of the optimal operating conditions: an extraction solvent concentration of 80%, an irradiation duration of 87 seconds, a microwave power of 900W, and a solid-to-solvent ratio of 40g/mLThe total concentration of phenolic compounds varied significantly, ranging from 6.15 mg/g to 9.7 mg GAE/g DM. The RSM model showed that the combination of microwave power, solid/solvent ratio, and solvent concentration strongly influenced the yields, which were maximized at high power for a duration of (87 s). HPLC-ESI-MS analysis revealed ferulic acid glucoside as the

major compound (28,670.544 µg/g), alongside bioactive molecules of interest such as oleuropein aglycone and hydroxytyrosol. The optimized extract showed strong antioxidant activity, with DPPH inhibition of 0.757 ± 0.009, ABTS activity of 1.792 ± 0.261, a FRAP reducing power of 239.53 ± 50.96, and an AA test of 194.71 ± 6.67 mg/mL. Evaluation of the antimicrobial activity of the optimized extract revealed variable effects depending on the strains tested. The extract showed high efficacy against *S. aureus* (MIC = 0.39 mg/mL, MBC = 25 mg/mL) and *B. subtilis* (MIC = 12.5 mg/mL, MBC/MIC = 1.5). Interesting activity was also observed against *P. aeruginosa* (MIC = 1.56 mg/mL, MBC = 73.5), while the action against *E. coli* was more moderate.

Conclusion: Optimization of MAE by RSM yielded a polyphenol-rich extract with strong antioxidant and antimicrobial properties, confirming its potential for agro-food and pharmaceutical applications.

Keywords: Olive seed Microwave-assisted extraction, Phenolic compounds, Optimization, Response surface methodology, Biological activity.

ENTREPRENEURSHIP EDUCATION MODELS FOR EMPOWERING THE AFRICA GIRL-CHILD

Ndubuisi-Okolo Purity Uzoamaka
PhD, Grace Nwanonyigwe Akaegbobi
Nwafor Euchaira Ebele.
Department of Business Administration, Faculty of Management Sciences, Nnamdi Azikiwe University, Awka, Anambra State, Nigeria.
ORCID:0000-0002-4078-8627

Abstract

Entrepreneurship education which embraces traditional business instruction is expected to encompass empowerment, creativity, and most importantly, social inclusion. This paper explores entrepreneurship education models for empowering the Africa Girl-Child, focusing attention on Sub-Saharan Africa where women and girls face significant socio-economic challenges. Entrepreneurship education equips girls with skills, confidence, and opportunities to break poverty cycles, derive economic growth, and challenge cultural norms. This research work is a conceptual paper that x-rays: Curriculum Development for Entrepreneurship Education, Entrepreneurship Education and Girl-Child Empowerment in Africa, Cultural and Socio-Economic Barriers to Entrepreneurship Education for Girl-Children in Africa, Innovative Delivery Methods for Entrepreneurship Education in Africa: A Comparative Study of Ghana and South Africa, Role of Stakeholders in Promoting Entrepreneurship Education for the Girl-Child in Africa. Based on the extensive discourse on the above subjects, we conclude that empowerment of the African girl-child through entrepreneurship education models represents a critical pathway to achieving inclusive growth, reducing poverty, and fostering sustainable development. Despite historical gender inequalities, there is increasing recognition that equipping girls with entrepreneurial knowledge and skills can stimulate innovation and economic participation, thereby tackling unemployment and social exclusion issues. We, therefore, recommend that entrepreneurship education models for the African girl-child need to incorporate gender-sensitive pedagogy, policy coherence, and stakeholder collaboration to achieve maximum developmental impact.

Key Words: Entrepreneurship, entrepreneurship education models, empowerment of Africa Girl-Child, Africa.

ISOLATION, IDENTIFICATION AND PHENOTYPIC ANALYSIS OF THE ORAL BACTERIAL SPECIES FROM SUPRAGINGIVAL DENTAL PLAQUE AND THEIR ASSOCIATION WITH DIFFERENT FACTORS

Dr. Mehwash Kashif *(Corresponding author)
BDS, FCPS, (M.Phil.), PhD scholar, Head of the department, Associate Professor,
Department of Oral Pathology,Karachi Medical and Dental College,
Karachi Metropolitan University,block M, North Nazimabad, Karachi, Pakistan
ORCID Id: 0000-0002-3125-8616
Prof. Dr. Mehmooda Kazmi
PhD MicrobiologyChairperson, Dept. of Microbiology,
Jinnah University for WomenAddress: 5-C Nazimabad, Karachi-74600, Pakistan
Prof. Dr. Farzeen Tanwir
(PhD Periodontology, Postdoc, Sweden and Canada, BDS)
Vice Principal &Head of Department,Dept. of Periodontology,Bahria University of
Health SciencesAddress: Address: Adjacent to PNS SHIFA,
DHA Phase-II, Karachi
ORCID Id: 0000-0003-0320-7544
Prof. Dr. Shazia Akbar
(PhD Microbiology, BDS)Head of the Department,Dept. of Oral Pathology,
Dow Dental College
Baba-e-Urdu Road, Karachi, Pakistan
ORCID Id: 0000 -0003- 1921-2006
Fatima Mujtaba
(BS Microbiology)Jinnah University for Women
Prof. Dr. Somia Gul*(Corresponding author)
(PhD, Pharmaceutical Chemistry)Professor, Faculty of Pharmacy
Jinnah University for Women
ORCID Id: 0000-0002-9742-8753

Introduction:

The oral microbiome is a highly dynamic microbial ecosystem made up of Gram-positive and Gram-negative bacteria, viruses, fungi, and protozoa that contribute to the etiopathogenesis of dysbiosis, which leads to dental diseases.

Hypothesis/ Gap Statement:

Isolation, characterization, and identification of oral bacterial species from the supragingival plaque of local isolates are important for developing strategies for the prevention and early management of dental diseases.

Aim:

The objective of this study was to isolate and characterize oral aerobic, facultative anaerobic, and microaerophilic bacterial species from supragingival plaque and to evaluate the association of different demographic, phenotypic, and biochemical characteristics with the identified organisms. **Methodology:**

In this prospective cross-sectional study one hundred and one supragingival bacterial isolates were isolated from the plaque samples using a sterile swab followed by cultur. Oral bacterial

species were identified through biochemical and phenotypic analysis using standardized methods.

Results:

A variety of bacteria were identified, with Gram-positive species predominating. The identified Gram positive cocci include *Staph aureus* (n=8), *Staph epidermidis* (n=7), *Staph caprae* (n=4), *Strept mitis* (n=2), *Strept angiosus* (n=1), *Strept bovis* (n=1), *Strept canis*(n=1), *Strept intermedius* (n=3), *Allaicoccus otitis* (n=2), *Enterococcus feacalis* (n=5), *Entercococcus feacium* (n=1), *Rothia mucilaginosa* (n=8) and *Micrococcus luteus* (n=5) . The Gram negative cocci include *Neissaria mucosa* (n=1) and *Gamella haemolysans* (n=2). *Corynebacterium matruchotii* (n=6), *Lactobacillus Salivarious* (n=7), *Lactobacillus casei (*n=12), *Bacillus coagulans* (n=1), *Bacillus megaterium* (n=3), *Bacillus licheniformis* (n=1), *Actinomyces odontolyticus* (n=4), *Actinomyces viscosus* (n=1) and *Rothia dentocariosa*(n=8) were identified as Gram positive bacillus species. While Gram negative bacillus species includes *Acinetobacter lwoffi* (n=2), *Acinotobacter calcoaceticus* (n=1), *Citrobacter fruendii* (n=1) and *Enterobacter gergovea* (n=1). Statistical significant variables included gender, age, occupation, hemolysis on blood agar, bile esculin hydrolysis, catalase, oxidase, ONPG, CIT, MALO, ODC, UREA, VP, GEL, nitrate, sucrose, mannitol, melibiose, and raffinose.

Conclusion:

It has been concluded that multiple and variable Gram-positive and negative bacterial species have been isolated from supragingival dental plaque of local isolates. The demographic, phenotypic, and biochemical characteristics demonstrated statistically significant associations with the identified organisms.

Keywords:

Biofilm; Oral Health, Oral Bacterial Species, Supragingival Plaque

PHYSICAL AND MECHANICAL PERFORMANCE OF A SUSTAINABLE GEOPOLYMER MORTAR PRODUCED FROM ALGERIAN GGBFS

Zineb Abeoub

Samira djaknoun

Houari Boumediene University of Science and Technology, BP 32 El-Alia, 16111 Bab-Ezzouar, Algiers, Algeria

ABSTRACT

This study investigates the potential of Algerian ground-granulated blast furnace slag (GGBFS) as the primary binder for producing an environmentally friendly geopolymer mortar. Although aluminosilicate-based materials are abundant in Algeria, research on geopolymer systems remains limited. Therefore, several mortar mixtures were formulated using GGBFS activated with sodium hydroxide (NaOH) and sodium silicate (Na_2SiO_3), combined with different sand-to-slag ratios, to evaluate fresh and hardened behavior. Fresh-state results showed that workability and setting time were strongly influenced by the sand/GGBFS ratio. Lower sand content led to reduced flowability and slower setting, while a ratio of 3:1 improved handling and accelerated setting. Increasing the SiO_2/Na_2O ratio in the alkaline activator generally enhanced compressive strength but increased the likelihood of efflorescence. Mechanical tests at 3, 7, 28, and 90 days revealed continuous strength development.

The optimal mixture, with a SiO_2/Na_2O ratio of about 1.23 and a sand/GGBFS ratio of 3.0, reached a compressive strength of approximately 94 MPa at 90 days, placing it on par with or superior to conventional cement mortars. Microstructural analyses (ATR-FTIR, XRD, SEM-EDS) confirmed the presence of geopolymeric gels such as C–S–H and N(C)–A–S–H, as well as calcium carbonate traces linked to slag reactions. These structural features support the high mechanical performance observed. Economically, using GGBFS an industrial by-product significantly reduces production costs. The geopolymer mortar developed in this study was estimated to be about 27–28% cheaper than an equivalent Portland cement mortar, while also reducing environmental impact. Overall, the findings demonstrate that Algerian GGBFS can produce a high-performance, sustainable geopolymer mortar suitable for a wide range of construction applications.

Keywords: GGBFS, Geopolymer, Workability, Setting time, Mechanical tests, high-performance, sustainable.

SUSTAINABLE NITROGEN MANAGEMENT FOR REDUCING ENVIRONMENTAL IMPACTS IN AGRICULTURE

ELABBARI Chaimaa

Pr. Labjar Najoua

Pr.EL Hajjaji souad

Chemistry Department, Mohammed V University in Rabat4 Avenue Ibn Battouta, P.O. Box 1014, Rabat, Morocco

Abstract

In agriculture, soil and water pollution by nitrates is significantly exacerbated by the excessive use of nitrogen fertilizers, which can lead to major environmental impacts such as eutrophication, groundwater contamination, and health risks.

Several strategies have been developed to address these issues by reducing nitrogen inputs while improving nitrogen use efficiency and maintaining agricultural productivity.

These strategies include adjusting fertilizer application rates, using slow-release fertilizers, applying precision fertilization tailored to crop needs, introducing nitrogen-fixing crops such as legumes, practicing crop rotation, and improving agricultural techniques.

These approaches not only help limit nitrogen losses to the environment but also enhance the quality of agricultural products and reduce costs for farmers. They form part of a broader effort to ensure the sustainability of agricultural systems in the face of climate change, balancing productivity, environmental protection, and resilience.

Keywords

Nitrate pollution, Nitrogen fertilizers, Groundwater contamination, Eutrophication, Precision fertilization, Sustainable agricultura, Environmental protection, Climate change resilience

STATUTORY REMOVAL AND CONTRACTUAL PROTECTİON OF DİRECTORS UNDER CAMA 2020: A COMPARATİVE ANALYSİS OF UK AND SOUTH AFRİCAN COMPANY LAW

Tarms Kagbala Esq

Senior Lecturer, Centre for General Studies, Federal Polytechnic Ekowe, Nigeria

Abstract

The legal authority of shareholders to dismiss directors is fundamental to corporate democracy. This authority is, however, in conflict with the contractual safeguards provided to directors via service agreements, constitutional provisions, and governance standards. This paper conducts a doctrinal and comparative examination of the conflict between statutory removal and contractual protection under Nigeria's Companies and Allied Matters Act 2020 (CAMA), with comparative insights from the United Kingdom and South Africa. The paper contends that, despite the formal alignment of Nigerian company law with common law principles, it lacks the jurisprudential complexity found in the UK and South Africa, as evidenced by an analysis of case law, statutory frameworks, and corporate governance philosophy. The study further assesses the ramifications of Bushell v Faith and similar frameworks in comparative jurisdictions, proposing doctrinal and legislative revisions to reconcile shareholder dominance with contractual equity.

Keywords: Statutory Removal, Removal of Directors, Shareholder Supremacy, Companies Act, South African Company Law, Companies and Allied Matters, Contractual Safeguards, Corporate Governance

1.Introduction

The dismissal of directors exemplifies a significant manifestation of shareholder authority in corporate law. Legislatures in common law regimes have traditionally protected this authority from being constrained by contracts or constitutional provisions established by directors.[1] Nevertheless, contemporary corporate practice increasingly acknowledges that directors frequently function under intricate contractual agreements that necessitate legal safeguarding. This duality between directors as removable officeholders and as contractual participants generates an ongoing tension. In Nigeria, section 288 of the Companies and Allied Matters Act 2020 (CAMA) grants shareholders a seemingly paramount authority to dismiss directors.[2]

[1] Adolf A Berle and Gardiner C Means, *The Modern Corporation and Private Property* (Transaction Publishers 1932).
[2] Companies and Allied Matters Act 2020, s 288.

Comparable stipulations are present in section 168 of the UK Companies Act 2006[3] and section 71 of the South African Companies Act 2008.[4] Notwithstanding textual similarities, the doctrinal evolution and governance implications of these laws diverge significantly. This article examines the discrepancy, placing Nigerian law within a wider comparative and theoretical context.

2. Methodology and Theoretical Framework

This paper employs a doctrinal legal methodology, augmented with comparative analysis. Primary materials consist of statutes and legal rulings from Nigeria, the UK, and South Africa, whereas secondary sources include corporate governance theory and scholarly analysis. The theoretical foundation is primarily based on shareholder primacy theory, which highlights accountability and control,[5] and contractarian theory, which perceives corporate governance as a network of contracts necessitating a risk-sensitive distribution of rights and obligations.[6] The conflict between statutory removal and contractual protection illustrates the ongoing dispute between two theoretical perspectives.

3. Statutory Removal of Directors under Nigerian Law

Section 288(1) of CAMA authorises shareholders to dismiss a director through an ordinary resolution, irrespective of any provisions in the company's articles or any agreements with the director.[7] This provision reflects a distinct legislative preference for shareholder primacy and aligns with established common law principles.

3.1 Section 288 of CAMA 2020

Procedural safeguards, including specific notice and the director's right to make submissions, are stipulated in section 288(2), (4), nonetheless, these safeguards do not limit the substantive authority of removal.[8] The focus is unequivocally on the collective will of shareholders rather than the security of individual directors.

3.2 Nigerian Judicial Approach

Nigerian courts have historically considered directorship as a fiduciary position governed by legislative regulations. In ***Yalaju-Amaye v AREC Ltd,*** the Supreme Court underscored fiduciary responsibility while acknowledging the superiority of legislative procedures for

[3] Companies Act 2006 (UK), s 168.
[4] Companies Act 2008 (South Africa), s 71.
[5] Berle and Means (n 1).
[6] Frank H Easterbrook and Daniel R Fischel, *The Economic Structure of Corporate Law* (Harvard UP 1991).
[7] Companies and Allied Matters Act 2020, s 288(1).
[8] Companies and Allied Matters Act 2020, ss 288(2)–(4).

removal.[9] ***Longe v FBN Plc*** notably stated that removal from office does not inherently nullify contractual employment rights, indirectly supporting the separation between office and contract.[10]

Nigerian jurisprudence is inadequately developed regarding remedies for breaches of director service contracts, resulting in considerable uncertainty in practice.

4. Contractual Safeguards and the Distinction Between Office and Contract

The conceptual distinction between a director's office and their contractual affiliation with the corporation is crucial in addressing the identified contradiction. The removal impacts the office; however contractual rights may persist.

Clause 288(6) CAMA safeguards a removed director's entitlement to compensation or damages for contractual breach.[11] However, in contrast to its UK and South African equivalents, Nigerian law provides minimal direction about the extent of such compensation or the conditions under which it may be restricted, especially in cases involving alleged misconduct or fiduciary breach.

5. The United Kingdom: Legislative Supremacy and Judicial Elaboration Section 168 of the Companies Act 2006

Section 168 of the Companies Act 2006 empowers shareholders to dismiss directors through an ordinary resolution, regardless of any conflicting agreement.[12] This provision is the contemporary successor to previous statutory frameworks and embodies a profound policy dedication to shareholder governance.

5.2 Judicial Advancement

The UK judiciary has been essential in calibrating the equilibrium between legislative authority and contractual safeguards. ***In Southern Foundries (1926) Ltd v Shirlaw***, the House of Lords established that although shareholders can remove a director pursuant to statute, the company may be liable for violating a fixed-term service contract.[13] Subsequent cases, such as ***Clark v Workman***[14] and ***Guinness plc v Saunders***,[15] emphasised that contractual remedies may be limited when fiduciary duties are violated.

[9] *Yalaju-Amaye v AREC Ltd* (1990) 4 NWLR (Pt 145) 422 (SC).
[10] *Longe v First Bank of Nigeria Plc* (2010) 6 NWLR (Pt 1189) 1 (SC).
[11] Companies and Allied Matters Act 2020, s 288(6).
[12] Companies Act 2006 (UK), s 168(1).
[13] Southern Foundries (1926) Ltd v Shirlaw *[1940] AC 701 (HL).*
[14] *Clark v Workman* [1920] 1 KB 106 (CA).
[15] *Guinness plc v Saunders* [1990] 2 AC 663 (HL).

The UK model maintains statutory supremacy while guaranteeing contractual justice through damages instead of reinstatement.

6. Bushell v Faith: The Constraints of Entrenchment

The ruling in ***Bushell v Faith*** signifies a pivotal moment in the legal framework regarding the dismissal of directors.[16] The House of Lords revealed the vulnerability of statutory supremacy against constitutional design by maintaining weighted voting rights that allowed directors to obstruct their own removal.

The ruling, however attacked for compromising shareholder democracy, exemplifies judicial deference to contractual freedom within the corporate framework. The UK legislature has not overturned ***Bushell v Faith***, indicating an acceptance of controlled entrenchment when shareholders have provided prior approval.

The lack of judicial or legislative involvement with Bushell-style laws in Nigeria generates ambiguity. Uncritical adoption threatens to undermine section 288 of CAMA, while outright ban may jeopardise valid rights for founders.

7. South African Corporate Law: A Governance-Centric Perspective

7.1 Legal Framework

Section 71 of the South African Companies Act 2008 allows shareholders to dismiss directors through an ordinary resolution while implementing a unique governance-oriented procedure.[17] Directors have the right to make submissions, and under specific conditions, boards may remove directors for incapacity, negligence, or dereliction of duty.

7.2 Judicial and Normative Framework

South African corporate law prioritises fairness, reasonableness, and stakeholder protection. Judicial bodies have demonstrated a readiness to examine the method and intent behind the removal of directors, especially when such removal relates to employment rights or constitutes oppressive behaviour. In contrast to the UK's acceptance of Bushell v Faith, South African law exhibits greater scepticism towards systems that secure directors' positions at the cost of responsibility, mirroring the constitutionalizing of corporate governance principles such as fairness and openness.

8. Comparative Assessment

The comparison study identifies three distinct models:

Nigeria: Robust statutory supremacy accompanied by little remedial clarity.

[16] *Bushell v Faith* [1970] AC 1099 (HL).
[17] Companies Act 2008 (South Africa), s 71.

United Kingdom: Significant statutory supremacy moderated by effective contractual remedies and acceptance of constitutional entrenchment.

South Africa: Statutory removal integrated within a comprehensive governance and equity framework.

The difficulty facing Nigeria lies not in statutory design but in theological growth. The lack of continuous court involvement renders directors and firms unsure regarding the actual ramifications of dismissal.

9. Proposals for Reform

This article suggests:

Judicial elucidation in Nigeria about the distinction between office and contract, as well as the assessment of damages for wrongful termination.

Legislative or regulatory guidelines about the acceptability of weighted voting rights in the removal of directors.

Implementation of governance-focused principles, informed by South African practices, to avert exploitative removals. Heightened dependence on comparative common law thinking in Nigerian corporate adjudication.

10. Conclusion

The conflict between statutory removal and contractual protection is an intrinsic aspect of contemporary corporate law. Nigeria, the UK, and South Africa all emphasise shareholder primacy, although differ in their approaches to contractual fairness and governance principles. The UK and South Africa illustrate that statutory authority should not be weakened to safeguard directors; instead, it should be enhanced by consistent remedies and principled judicial reasoning. The advancement of Nigerian corporation law depends on doctrinal maturity rather than legislative reform.

Bibliography

Books

Berle A and Means G, *The Modern Corporation and Private Property* (Transaction Publishers 1932)

Davies P and Worthington S, *Gower: Principles of Modern Company Law* (11th edn, Sweet & Maxwell 2021)

Easterbrook F and Fischel D, *The Economic Structure of Corporate Law* (Harvard University Press 1991)

Hannigan B, *Company Law* (6th edn, OUP 2020)

Kershaw D, *Company Law in Context* (2nd edn, OUP 2012)

Journal Articles

Armour J, Hansmann H and Kraakman R, 'What Is Corporate Law?' (2009) 2 *Harvard Business Law Review* 1

Okoye C, 'Directors' Duties and Corporate Governance in Nigeria' (2019) 63 *Journal of African Law* 45

Cases

Bushell v Faith [1970] AC 1099 (HL)

Clark v Workman [1920] 1 KB 106 (CA)

Guinness plc v Saunders [1990] 2 AC 663 (HL)

Longe v FBN Plc (2010) 6 NWLR (Pt 1189) 1 (SC)

Southern Foundries (1926) Ltd v Shirlaw [1940] AC 701 (HL)

Yalaju-Amaye v AREC Ltd (1990) 4 NWLR (Pt 145) 422 (SC)

Legislation

Companies Act 2006 (UK)

Companies and Allied Matters Act 2020 (Nigeria)

Companies Act 2008 (South Africa)

ADDRESSİNG AND NORMALİZİNG CHEMİCAL MİSCONCEPTİONS THROUGH TECHNOLOGY-ENHANCED INSTRUCTİONAL STRATEGİES İN THE 21ST-CENTURY CHEMİSTRY CLASSROOM

Hassan Aliyu

Department of Science Education, Faculty of Education, Sokoto State University (SSU), Sokoto State, Nigeria.

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4929-3126

Abstract

As of 2025 ending, a significant pedagogical gap persists in chemistry education, with approximately 70% of introductory students struggling to reconcile macroscopic observations with sub-microscopic molecular behaviour. This paper argues that these persistent "alternative frameworks" should not be viewed as academic failures but as essential diagnostic data to be normalized within the learning process. Traditional lecture-based correction often fails to dismantle these complex pre-existing mental structures. Educators can lower the mental effort required of students by using VR simulations, AI assessments, and mobile AR. These technologies help move visualization outside the mind, making complex concepts easier to process. These tools facilitate the Predict-Observe-Explain (POE) cycle, creating "cognitive conflict" in a low-stakes environment that strips away the stigma of error. Despite challenges regarding the digital divide and the potential "sanitization" of tactile lab experiences, recent research suggests that a transition toward an error-positive, tech-enabled pedagogy allows students to safely "debug" their mental models. Ultimately, this shift redefines the chemistry teacher as a "conceptual architect" who uses real-time data to bridge the chasm between human intuition and rigid scientific reality.

Keywords: Chemical Misconceptions, Psychological Safety, Extraneous Cognitive Load, Technology-Enhanced Learning, Sub-microscopic Visualization

WEARABLE POLYMER-BASED BİOSENSORS FOR HEALTHCARE

VIJAY SUNDAR V

Dr. M. Meena

R.M.K. Engineering College, Thiruvallur District, Tamil Nadu, India

Abstract:

The growing demand for sustainable and high-performance materials has intensified research in chemical sciences with a focus on environmentally benign and functionally advanced systems. This study explores recent developments, material design strategies, synthesis methods, and application potential relevant to the selected theme. Emphasis is placed on structure–property relationships, material performance, and sustainability aspects such as biodegradability, energy efficiency, and reduced environmental impact. Advanced characterization techniques and emerging modeling approaches are discussed to highlight improvements in material functionality and reliability. The findings demonstrate the significant role of chemical engineering and materials chemistry in addressing global challenges related to energy, environment, healthcare, and industrial sustainability. The work provides insight into future research directions and technological opportunities aligned with green chemistry principles and circular economy concepts.

Keywords: Wearable Biosensors, Polymer Materials, Healthcare Monitoring, Bioelectronics, Diagnostics

SUSTAİNABLE POLYMER NANOCOMPOSİTES FOR NEXT-GENERATİON PACKAGİNG APPLİCATİONS

FENY CHRISTOPHER J S

DR. M. MEENA

R.M.K. Engineering College, Thiruvallur District, Tamil Nadu, India

Abstract:

The growing demand for sustainable and high-performance materials has intensified research in chemical sciences with a focus on environmentally benign and functionally advanced systems. This study explores recent developments, material design strategies, synthesis methods, and application potential relevant to the selected theme. Emphasis is placed on structure–property relationships, material performance, and sustainability aspects such as biodegradability, energy efficiency, and reduced environmental impact. Advanced characterization techniques and emerging modeling approaches are discussed to highlight improvements in material functionality and reliability. The findings demonstrate the significant role of chemical engineering and materials chemistry in addressing global challenges related to energy, environment, healthcare, and industrial sustainability. The work provides insight into future research directions and technological opportunities aligned with green chemistry principles and circular economy concepts.

Keywords: Polymer Nanocomposites, Sustainable Packaging, Barrier Properties, Biodegradable Polymers, Food Safety

SUSTAİNABLE CONSTRUCTİON MATERİALS FROM INDUSTRİAL WASTE

NASHITHA M S

Dr. M. Meena

R.M.K. Engineering College, Thiruvallur District, Tamil Nadu, India

Abstract:

The growing demand for sustainable and high-performance materials has intensified research in chemical sciences with a focus on environmentally benign and functionally advanced systems. This study explores recent developments, material design strategies, synthesis methods, and application potential relevant to the selected theme. Emphasis is placed on structure–property relationships, material performance, and sustainability aspects such as biodegradability, energy efficiency, and reduced environmental impact. Advanced characterization techniques and emerging modeling approaches are discussed to highlight improvements in material functionality and reliability. The findings demonstrate the significant role of chemical engineering and materials chemistry in addressing global challenges related to energy, environment, healthcare, and industrial sustainability. The work provides insight into future research directions and technological opportunities aligned with green chemistry principles and circular economy concepts.

Keywords: Industrial Waste, Sustainable Construction, Geopolymer Materials, Low-Carbon Infrastructure, Recycling

SMART BİODEGRADABLE POLYMERS FOR ENVİRONMENTAL AND BİOMEDİCAL SUSTAİNABİLİTY

GANDAVARAPU KAMALANI SRI

DR. M. MEENA

R.M.K. Engineering College, Thiruvallur District, Tamil Nadu, India

Abstract:

The growing demand for sustainable and high-performance materials has intensified research in chemical sciences with a focus on environmentally benign and functionally advanced systems. This study explores recent developments, material design strategies, synthesis methods, and application potential relevant to the selected theme. Emphasis is placed on structure–property relationships, material performance, and sustainability aspects such as biodegradability, energy efficiency, and reduced environmental impact. Advanced characterization techniques and emerging modeling approaches are discussed to highlight improvements in material functionality and reliability. The findings demonstrate the significant role of chemical engineering and materials chemistry in addressing global challenges related to energy, environment, healthcare, and industrial sustainability. The work provides insight into future research directions and technological opportunities aligned with green chemistry principles and circular economy concepts.

Keywords: Biodegradable Polymers, Smart Materials, Biomedical Applications, Environmental Sustainability, Stimuli-Responsive

NANOMATERIALS FOR FOOD PRESERVATION AND SAFETY

LOKINA JYOTHI

Dr. M. Meena

R.M.K. Engineering College, Thiruvallur District, Tamil Nadu, India

Abstract:

The growing demand for sustainable and high-performance materials has intensified research in chemical sciences with a focus on environmentally benign and functionally advanced systems. This study explores recent developments, material design strategies, synthesis methods, and application potential relevant to the selected theme. Emphasis is placed on structure–property relationships, material performance, and sustainability aspects such as biodegradability, energy efficiency, and reduced environmental impact. Advanced characterization techniques and emerging modeling approaches are discussed to highlight improvements in material functionality and reliability. The findings demonstrate the significant role of chemical engineering and materials chemistry in addressing global challenges related to energy, environment, healthcare, and industrial sustainability. The work provides insight into future research directions and technological opportunities aligned with green chemistry principles and circular economy concepts.

Keywords:

Food Packaging, Nanomaterials, Antimicrobial Coatings, Shelf Life, Food Safety

PHOTOCATALYTİC MATERİALS FOR WASTEWATER TREATMENT AND POLLUTİON CONTROL

K GOKUL SURYA

Dr. M. Meena

R.M.K. Engineering College, Thiruvallur District, Tamil Nadu, India

Abstract:

The growing demand for sustainable and high-performance materials has intensified research in chemical sciences with a focus on environmentally benign and functionally advanced systems. This study explores recent developments, material design strategies, synthesis methods, and application potential relevant to the selected theme. Emphasis is placed on structure–property relationships, material performance, and sustainability aspects such as biodegradability, energy efficiency, and reduced environmental impact. Advanced characterization techniques and emerging modeling approaches are discussed to highlight improvements in material functionality and reliability. The findings demonstrate the significant role of chemical engineering and materials chemistry in addressing global challenges related to energy, environment, healthcare, and industrial sustainability. The work provides insight into future research directions and technological opportunities aligned with green chemistry principles and circular economy concepts.

Keywords: Photocatalysis, Wastewater Treatment, Pollutant Degradation, Semiconductor Materials, Environmental Remediation

GREEN HYDROGEN PRODUCTİON VİA ADVANCED CATALYTİC MATERİALS

GANESH BAABU S

Dr. M. Meena

R.M.K. Engineering College, Thiruvallur District, Tamil Nadu, India

Abstract:

The growing demand for sustainable and high-performance materials has intensified research in chemical sciences with a focus on environmentally benign and functionally advanced systems. This study explores recent developments, material design strategies, synthesis methods, and application potential relevant to the selected theme. Emphasis is placed on structure–property relationships, material performance, and sustainability aspects such as biodegradability, energy efficiency, and reduced environmental impact. Advanced characterization techniques and emerging modeling approaches are discussed to highlight improvements in material functionality and reliability. The findings demonstrate the significant role of chemical engineering and materials chemistry in addressing global challenges related to energy, environment, healthcare, and industrial sustainability. The work provides insight into future research directions and technological opportunities aligned with green chemistry principles and circular economy concepts.

Keywords: Green Hydrogen, Catalysts, Water Splitting, Renewable Energy, Clean Fuels

FUNCTİONAL NANOMATERİALS FOR CANCER DİAGNOSİS AND DRUG DELİVERY

GAYATHRI D

Dr. M. Meena

R.M.K. Engineering College, Thiruvallur District, Tamil Nadu, India

Abstract:

The growing demand for sustainable and high-performance materials has intensified research in chemical sciences with a focus on environmentally benign and functionally advanced systems. This study explores recent developments, material design strategies, synthesis methods, and application potential relevant to the selected theme. Emphasis is placed on structure–property relationships, material performance, and sustainability aspects such as biodegradability, energy efficiency, and reduced environmental impact. Advanced characterization techniques and emerging modeling approaches are discussed to highlight improvements in material functionality and reliability. The findings demonstrate the significant role of chemical engineering and materials chemistry in addressing global challenges related to energy, environment, healthcare, and industrial sustainability. The work provides insight into future research directions and technological opportunities aligned with green chemistry principles and circular economy concepts.

Keywords: Nanomedicine, Cancer Therapy, Drug Delivery, Diagnostic Nanomaterials, Targeted Treatment

SOSYAL MEDYADA KIŞISEL MARKALAŞMANIN SISTEMATIK BIR EDEBIYAT İNCELEMESI

Ade Irma ANGGRAENI
Universitas Jenderal Soedirman, Faculty of Economics and Business, Department of Management, 53112 Purwokerto, Central Java, Indonesia
ORCID: 0000-0001-6896-7865
Eka AGUSTINA
Universitas Jenderal Soedirman, Faculty of Economics and Business, Department of Management, 53112 Purwokerto, Central Java, Indonesia
ORCID: 0009-0000-7336-7047

ÖZET

Kişisel markalaşma, dijital çağda itibar oluşturmak ve profesyonel kimlik inşa etmek için vazgeçilmez bir strateji haline gelmiştir. Bu çalışma, Sistematik Edebiyat İncelemesi (SLR) yaklaşımı aracılığıyla sosyal medyada kişisel markalaşma ile ilgili son bulguları belirlemeyi, analiz etmeyi ve sentezlemeyi amaçlamaktadır. Çeşitli akademik veri tabanlarından alınan bilimsel makaleler, 2015'ten 2025'e kadar olan yayınları kapsayan katı dahil etme ve hariç tutma kriterlerine göre seçilmiştir. Analiz, Instagram, LinkedIn ve TikTok gibi platformların dijital öz imgenin geliştirilmesinde önemli bir rol oynadığını ortaya koyuyor. Kişisel markalaşmanın etkinliğini etkileyen temel faktörler arasında özgünlük, içerik tutarlılığı, kitle katılımı ve anlatı yeteneği yer alır. Ayrıca, inceleme dijital kimlik oluşturulmasında etik hususlar ve gizlilik yönetimi ile ilgili artan endişeleri vurgulamaktadır. Bu çalışma, sosyal medya tabanlı kişisel markalaşmada mevcut araştırma eğilimlerini haritalandırarak teorik olarak katkıda bulunmakta ve dijital alanda kişisel markalaşma stratejilerini optimize etmek için bireyler, profesyoneller ve kuruluşlar için pratik içgörüler sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kişisel markalaşma, sosyal medya, dijital kimlik, sistematik literatür incelemesi, çevrimiçi itibar, özgünlük, kitle katılımı

A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW OF PERSONAL BRANDING ON SOCIAL MEDIA

ABSTRACT:

Personal branding has become an essential strategy for building reputation and professional identity in the digital era. This study aims to identify, analyze, and synthesize recent findings related to personal branding on social media through a Systematic Literature Review (SLR) approach. Scholarly articles from multiple academic databases were selected based on rigorous

inclusion and exclusion criteria, covering publications from 2015 to 2025. The analysis reveals that platforms such as Instagram, LinkedIn, and TikTok play a pivotal role in developing a digital self-image. Key factors influencing the effectiveness of personal branding include authenticity, content consistency, audience engagement, and narrative capability. Furthermore, the review highlights growing concerns regarding ethical considerations and privacy management in digital identity formation. This study contributes theoretically by mapping current research trends in social media-based personal branding and provides practical insights for individuals, professionals, and organizations to optimize their personal branding strategies in the digital sphere.

Keywords: Personal branding, social media, digital identity, systematic literature review, online reputation, authenticity, audience engagement

PARENTİNG İN A CONTEMPORARY CHANGİNG WORLD: LESSONS FROM THE EPİC RAMAYANA

Prof Sadhna Jain

Parenting in today's world comes with many challenges. The larger-than-life personalities of the epic Ramayana, i.e., Lord Rama and Sita, sage Valmiki present a wealth of knowledge that offers meaningful guidance for successful modern parenting. This paper explains the parenting inspired by the insights of Ram and Sita to their sons, Luv and Kush.

Lord Rama and Sita are revered figures in Hinduism, exemplifying the ideals of virtue, commitment, and resilience, offering timeless wisdom (Setty et al., 2017). Their parenting of Luv and Kush presents a treasure trove of valuable lessons for modern-day parents. Central to their wisdom lies the importance of ethical parenting, instilling moral values, empathy, and a sense of responsibility in children, fostering their all-around optimal development and hence setting them on a path of righteous living (Mandal, 2024).

The Ramayana underscores the significance of communication and transparency in parent-child relationships. In today's world, with an overwhelming load of information and rapid erosion of values, the ability to establish an open channel of communication is necessary in guiding children through life's complexities (Mandal, 2024). Lord Rama and Sita's example depicts that honest and empathetic communication is the secret to understanding and nurturing children.

Another insight drawn from their parenting is the significance of leading life by example. The Ramayana portrays how Lord Rama and Sita embodied the virtues they wanted to impart to their children (Mandal, 2024). This resonates deeply in contemporary parenting, where parents are encouraged to model the values and behaviour they hope to see in their children, reinforcing these lessons through their actions.

Rama and Sita's perspective on parenting emphasises balance and adaptability. Their ability to navigate challenges with grace and resilience teaches a valuable lesson to modern parents. In a constantly evolving world, teaching children how to embrace change, learn from setbacks, and adapt to new circumstances is an invaluable skill, highlighting the importance of resilience in the face of life's challenges (*Ramayana for Children*, n.d.).

The Ramayana provides significant insights into gender roles. Their relationship challenges present a balanced view of shared responsibilities and mutual respect (*Ramayana for Children*, n.d.). Both figures contribute to the fullest to the well-being of their children, which reflects a relationship built on cooperation and understanding. The idea of sharing equal responsibility

in nurturing and supporting their children creates a healthy environment where children learn the importance of equality and respect.

Sita's unconditional affection for her children shows the importance of nurturing emotional bonds with children. The emotional connection with children not only develops the sense of security but also helps them instil resilience and empathy.

The wisdom of Lord Ram and Sita offers valuable lessons that are relevant for modern parenting. Their principles, commitment to effective communication, adaptability, and leading by example, lay a strong foundation for raising children that promotes the holistic development of children in today's ever-changing world. Ramayana provides a roadmap for parents to navigate their children through life's complexities with empathy, respect, and love.

Keywords: Parenting, Rama, Sita, Ramayana, Adaptability, Emotional Support

Introduction: The life of Lord Rama and his family is narrated in the ancient Indian epic called the *Ramayana*. The *Ramayana, written by sage Valmiki,* is divided into seven sections, known as "Kandas" (Sanskrit for "books" or "cantos") (Bhide et al., 2021). Each Kanda of the *Ramayana* unfolds a specific phase of Lord Rama's life and the events surrounding his quest to rescue his wife Sita from the demonic king Ravana (Bhide et al., 2021).

There are many adaptations of the *Ramayana*, an ancient and revered epic across various religions and cultures. Some of the versions of *Ramayana* in different traditions are the **Hindu Ramayana, the Jain Ramayana, the Buddhist Ramayana, the Sikh Ramayana, the Thai Ramayana, the Indonesian Ramayana, the Cambodian Ramayana, the Malaysian Ramayana, and the Filipino Ramayana** (Bhide et al., 2021)**.** The diverse interpretations of the *Ramayana* highlight the profound influence of its moral and ethical teachings.

The Lives of Luv and Kush in the Ramayana

The lives of Luv and Kush are described in the *Uttarakanda*, the seventh and final Kanda of the *Ramayana*. The *Uttarakanda* highlights the significant events in the lives of Lord Rama, Sita, Luv, and Kush (Bisht & Sharma, 2005, KS, 2019, Vishwakarma, 2024) which are as follows:

1. **Birth of Luv and Kush:** Sita gives birth to twins, Luv and Kush, in Sage Valmiki's ashram during Lord Rama's reign in Ayodhya.
2. **Upbringing and Education:** Sage Valmiki shoulders the responsibility for raising and educating the twins, who were brought up in his hermitage, unaware of their royal heritage.

3. **Meeting with Lord Rama:** Luv and Kush met Lord Rama during the Ashwamedha Yajna that he conducted. This event eventually led to the revelation of their identity as Rama's sons.
4. **Reunion with Lord Rama:** The *Uttarakanda* highlights the emotional reunion between Luv, Kush, and Lord Rama, who formally acknowledges them as his sons.
5. **Coronation and Rule:** Lord Rama, after recognising Luv and Kush's legitimacy, appoints them as rulers.

Sita in Ramayana is portrayed as a deeply spiritual and righteous woman with a profound understanding of moral and ethical principles. Her connection with nature and her ability to endure hardships further demonstrate her strength of character and adaptability, highlighting her wisdom and virtues, solidifying her status as an exemplary figure in Hindu mythology. The story of Rama, Sita, Luv, and Kush has left a lasting cultural impact, shaping moral and ethical values in Hinduism.

Sita's Coping with Stress after Being Abandoned by Rama

Left alone in the forest, Sita experiences deep sorrow and grief. Her separation from Rama, whom she loves, becomes a significant source of emotional anguish. Her emotions shift from shock and disbelief to profound sorrow, but she also demonstrates remarkable resilience. The *Ramayana* conveys her sorrow through poignant verses, where she laments the loss of her husband and the loneliness she faces in the wilderness (Martínez, 2023).

Despite the emotional devastation, Sita exhibits incredible resilience. Instead of succumbing to despair, she develops her inner strength, determination, and survival instincts to face the harsh realities of life (Vanina, 2022).

During her exile, Sita finds solace in nature and connects with the flora and fauna around her for emotional sustenance and as a source of comfort and tranquillity, enabling the coping process.

Her commitment to her ideals and her devotion to Rama remain steadfast (Martínez, 2023). Sita discovers that she is pregnant with Rama's children, Luv and Kush, during her stay in the forest. The news brings her joy and Sita navigates the challenges of impending motherhood, adding another layer of emotional depth to her experience (Vanina, 2022).

Sita got refuge in the hermitage of Sage Valmiki, where she is welcomed and supported. The guidance of sage Valmiki and the peaceful environment of the hermitage help her cope with the emotional turmoil (Bisht & Sharma, 2005).

Sita's response to her abandonment reflects a blend of strength, resilience, spiritual devotion, and a deep connection with nature. Her portrait in *Ramayana* is a symbol of unconditional love, steadfastness, and the ability to face the hardest of challenges with grace and resilience.

Sita's Stay in Valmiki's Ashram and the Birth of Luv and Kush

Sita gives birth to twins, Luv and Kush, during her stay at Sage Valmiki's hermitage in the *Ramayana*. Sage Valmiki raised the twins in a nurturing atmosphere. Sage Valmiki is a crucial figure in the lives of Sita, Luv, and Kush. He provides a safe place away from the political and social turmoil of Ayodhya, enabling Sita to care for and nurture her twin sons (Bisht & Sharma, 2005; Kashyap & Jha, 2024). .

Valmiki's hermitage is viewed as a sacred place, bestowing divine protection and shelter to Sita away from the troubles and prejudices of the world. As a renowned sage, Valmiki offers Sita a safe and serene environment, ensuring that she has a place to focus on her spiritual needs and find inner peace while taking care of her children. To protect Sita from societal scrutiny, Valmiki keeps her stay a secret, allowing her to live without the pressure of judgment from the people of Ayodhya.

Challenges of Single Motherhood for Sita

Sita's experiences as a single mother in the *Ramayana* are filled with challenges, demonstrating the hardships she faces while raising her children in the forest after her abandonment by Lord Rama (Madina, 2023; Johari, 2023). Despite the overwhelming challenges, Sita's resilience, and unwavering commitment to her children reflect her strength as a single mother. Her portrayal in the *Ramayana* is a powerful testament to the complexities and sacrifices of single motherhood, offering profound insights into her enduring strength and character.

The Upbringing of Luv and Kush

The upbringing of Luv and Kush, the twin sons of Lord Rama and Sita, is a significant part of the *Ramayana*, symbolising the continuation of the divine lineage. Their story unfolds in the Uttarakhand section of the epic, focusing on their education, growth, and eventual reunion with Lord Rama (Johari, 2023). Valmiki, the revered sage, serves as their guardian and educator, raising the twins in his ashram while they remain unaware of their royal heritage.

While the *Ramayana* provides limited details, the broader cultural norms of the time suggest that Luv and Kush's upbringing was comprehensive, blending cultural refinement with practical skills essential for their roles in the royal family.

The Role of Sage Valmiki in the Lives and Socialisation of Luv and Kush

Sage Valmiki plays a key role in the lives and upbringing of Luv and Kush in the *Ramayana*. He adopts a comprehensive approach to their education and socialisation, focusing on imparting moral, cultural, and spiritual guidance. Sage Valmiki influenced the lives of the twins to a significant extent (Berkley Centre for Religion, Peace, and World Affairs, n.d., Kaur, 2020, Setty et al., 2017)

Valmiki provides moral and ethical education to Luv and Kush by narrating the *Ramayana* to them. Through these stories, the twins learnt about the importance of righteousness, duty, and codes of conduct. Valmiki prepared Luv and Kush for their roles as princes and future leaders. Their performance in the *Ashwamedha Yajna*, a royal ritual, shows how Valmiki is instilling in them their societal responsibilities. As a spiritual master, Valmiki enables the twins to have a deeper understanding of spiritual principles and to integrate spiritual values into their daily lives. Valmiki's hermitage not just protected Sita but also Luv and Kush. This safe and nurturing environment facilitated the twins to grow up securely to their fullest potential, away from societal pressures. Valmiki taught Luv and Kush the *Ramayana*- the story of their own family. It imbued the twins with a sense of their lineage, the virtues of their father ie lord Rama, and the challenges faced by their family. This knowledge was a transformative experience for them.

Valmiki also played a significant role in resolving conflicts between the residents of Ayodhya and Luv and Kush. When the twins confront the Ayodhya residents, unaware of their royal lineage, Valmiki steps in to mediate, preventing a major conflict and fostering understanding and reconciliation. His efforts help resolve misunderstandings and ensure the family is reunited in peace.

Sage Valmiki’s multifaceted role as an educator, protector, spiritual guide, and mediator plays a crucial part in developing the lives of Luv and Kush. His influence shaped their moral development, cultural ethos, and their ability to resolve conflicts, preparing them for their roles in society and ensuring that they navigate complex situations with wisdom. His teachings provide the foundation for their actions, relationships, and overall development throughout the *Ramayana* narrative.

Insights from Ramayana

When Lord Rama got acquainted with the identity of Luv and Kush, he joyfully acknowledged them and was reunited with them (Kaur, 2020). This reunion is one of the most significant moments in the *Ramayana*. The *Ramayana* does not provide much information about the day-

to-day care of Luv and Kush by Lord Rama; it emphasises the deep familial bond underlying Rama's role as a father who embraces his sons and integrates them into the royal family.

Sita's journey in the *Ramayana* offers valuable insights and lessons that resonate with modern women, particularly those who have been abandoned or faced societal rejection. Although her story is rooted in a different cultural and historical background, several universal insights can be drawn from her experiences (Bhide et al., 202, Kashyap & Jha, 2024, Kaur, 2020):

Sita's ability to navigate hardships with grace and resilience is a powerful source of inspiration. She remains dignified and resolute during several adversities thrown at her by life. Modern women can also find strength in Sita's example, learning how to deal with the toughest challenges with perseverance and composure. Sita's adherence to her values, even in the face of abandonment, emphasises the importance of moral integrity. Modern-day women can find strength in adherence to the principles, navigating adversities with a sense of righteousness. Sita's story reflects her inner strength and resourcefulness when external support was inconspicuous. She seeks solace and strength from within. Modern women can cultivate their self-reliance and inner resilience to overcome life's challenges. Sita's connection to spirituality and her devotion to Lord Rama played a key role in her emotional healing and finding inner peace amidst her trials. Today's women may indulge in spiritual practices for emotional healing and developing resilience to navigate difficulties.

Sita's period of abandonment served as a period for self-discovery for her. Today's women may use moments of solitude and adversity as opportunities for self-growth, self-exploration, and strength. Sita's role as a single mother, raising Luv and Kush with unconditional love, reflects the transformative power of maternal instincts and affection. Modern-day single mothers may draw strength from Sita's example, recognising its transformative impact on their decisions and actions.

Women today can draw inspiration from Sita's ability to rise above societal notions and to focus on their well-being and inner strength rather than succumbing to societal pressures. Her character reflects an opportunity to comprehend the complexities of duty, personal choices, and the consequences of those choices. Modern women can find value in making decisions syncing with their values. Everyone's journey characterises a combination of personal, cultural, and societal factors. Therefore, the insights drawn from Sita's experiences can be interpreted and applied in various ways, depending on each person's unique circumstances.

Parenting Lessons from the Lives of Ram and Sita

1. **Commitment to Duty:** Ram's dedication to his responsibilities as a king, husband, and father serves as a strong example of duty. Socialisation involves teaching individuals to take their roles in society seriously (Kaur, 2020). For example, Lord Rama's decision to go into exile for the greater good demonstrates his commitment to his duty as a son and ruler.
2. **Resilience in Adversity:** Sita's ability to face hardship with grace and resilience is a powerful lesson in perseverance (Berkley Centre for Religion, Peace, and World Affairs, n.d.) Her enduring strength in the face of adversity is something that modern individuals can draw from when navigating complex social situations. For instance, Sita's ability to endure her exile and separation from Rama symbolises resilience in the face of challenges.
3. **Respect for Elders:** The Ramayana emphasises the value of respecting elders and seeking their guidance. Rama's respect for his father, King Dasharatha, and Sita's reverence for Sage Valmiki demonstrate the cultural importance of honouring the elderly (Madina, 2023).
4. **Righteousness and Integrity:** Ram's commitment to dharma (righteousness) and his ethical conduct serve as a model for behaviour (Vanina, 2022). Socialisation should focus on instilling moral values and integrity to help build a just and ethical society. For instance, Rama's unwavering commitment to truth and justice, even at great personal cost, highlights the importance of living a righteous life.
5. **Equality and Respect in Relationships:** The mutual respect between Rama and Sita reflects the importance of equality in relationships (Martínez, 2023). Socialisation should encourage individuals to respect each other's rights and treat everyone with dignity. Their partnership in the *Ramayana* promotes mutual respect in marital relationships.
6. **Forgiveness and Compassion:** The forgiveness shown by Ram, Sita, and Luv and Kush emphasises the importance of empathy and compassion in social relationships (Madina, 2023). Socialisation should teach individuals to forgive and show kindness, fostering a sense of community. For instance, Rama's forgiveness of Ravana on his deathbed shows compassion, as does his acceptance of Sita despite the societal doubts about her purity.

By drawing lessons from the lives of Ram, Sita, Luv, and Kush, we can enrich the socialisation process with values that contribute to individual growth and societal harmony. These examples from the *Ramayana* provide practical illustrations of guiding principles that help navigate complex relationships and uphold values that build a fair and just social order.

References

Berkley Centre for Religion, Peace and World Affairs. (n.d.). *Sitayanam: A woman's journey of strength*. https://berkleycenter.georgetown.edu/forum/sitayanam-a-woman-s-journey-of-strength

Bhide, S. R., Kurhade, C., Jagannathan, A., S, N. S., Sudhir, P. M., & Gangadhar, B. (2021). Feasibility of Using Counselling Techniques from Ramayana for Managing Negative Emotions: An Anecdotal Review and Analysis. *Indian Journal of Psychological Medicine*, *44*(5), 499–503. https://doi.org/10.1177/0253717620975300

Bisht, Y., & Sharma, R. C. (2005). Traditional resource management practices for biodiversity conservation and their significance in Nanda Devi Biosphere Reserve, India. *The International Journal of Biodiversity Science and Management*, *1*(2), 97–111. https://doi.org/10.1080/17451590509618084

Johari, N. D. S. (2023). The Ramayana: an epic of Indian ideals and dharma. *Creative Saplings*, *2*(2), 1–9. https://doi.org/10.56062/gtrs.2023.1.11.208

Kashyap, K. K., & Jha, D. (2024). Life Of Luv And Kush In Valmiki's Ashram: Green Cultural Studies Approach. *Research Gate*. https://doi.org/10.53555/kuey.v29i3.5886

Kaur, C. (2020, August 2). Birthplace of Luv-Kush at Valimiki Ashram in Chhattisgarh to be developed as eco-tourism spot. *The Times of India*. https://timesofindia.indiatimes.com/city/raipur/birthplace-of-luv-kush-at-valimiki-ashram-in-chhattisgarh-to-be-developed-as-eco-tourism-spot/articleshow/77318089.cms

KS, S. (2019). Guiding the Possibility of Conduct: A reading of 'Rama-Katha.' *SMART MOVES JOURNAL IJELLH*, *7*(11), 11. https://doi.org/10.24113/ijellh.v7i11.10117

Madina, E. (2023). Mythology and reality TV: storytelling and feminist agency in the Ramayana and the Real Housewives. *Feminist Review*, *134*(1), 104–111. https://doi.org/10.1177/01417789231156519

Mandal, R. K. (2024). Relevance of Ramayana in our Daily Lives in the Context of the Present Situation. *British Journal of Multidisciplinary and Advanced Studies*, *5*(6), 1–9. https://doi.org/10.37745/bjmas.2022.04200

Martínez, B. L. (2023). Abandonment trauma from a developmental perspective and its treatment. In *Seven Editora eBooks*. https://doi.org/10.56238/methofocusinterv1-041

Ramayana for Children. (n.d.). https://booksreadify.com/download/ramayana-for-children-4931203

Regier, W. G., & Goldman, R. P. (1985). The Ramayana of Valmiki, Vol. 1: Balakanda. *MLN*, *100*(5), 1151. https://doi.org/10.2307/2905459

Setty, A., Swami Vivekananda Yoga University (SVYASA), Indian Institute of Management Bangalore, Swami Vivekananda Yoga University (SVYASA), & Setty, A. (2017). Parenting & child development: Insights from ancient Indian texts. *International Journal of Sanskrit Research*, 7–12. https://www.anantaajournal.com/archives/2018/vol4issue2/PartA/4-1-35-389.pdf

Vanina, E. Y. (2022b). Modernization of the sacred: two Ramayana novels (a historian's view). *Orientalistica*, *5*(2), 243–264. https://doi.org/10.31696/2618-7043-2022-5-2-243-264

Vishwakarma, A. (2024). Translating Ramayana. *Exchanges the Interdisciplinary Research Journal*, *11*(2), 133–160. https://doi.org/10.31273/eirj.v11i2.1144

ELECTROACTIVE POLYMERS FOR SOFT ROBOTICS

NAGA HARINI V K
Dr. M. Meena
R.M.K. Engineering College, Thiruvallur District, Tamil Nadu, India

Abstract:
The growing demand for sustainable and high-performance materials has intensified research in chemical sciences with a focus on environmentally benign and functionally advanced systems. This study explores recent developments, material design strategies, synthesis methods, and application potential relevant to the selected theme. Emphasis is placed on structure–property relationships, material performance, and sustainability aspects such as biodegradability, energy efficiency, and reduced environmental impact. Advanced characterization techniques and emerging modeling approaches are discussed to highlight improvements in material functionality and reliability. The findings demonstrate the significant role of chemical engineering and materials chemistry in addressing global challenges related to energy, environment, healthcare, and industrial sustainability. The work provides insight into future research directions and technological opportunities aligned with green chemistry principles and circular economy concepts.

Keywords: Electroactive Polymers, Soft Robotics, Actuators, Smart Materials, Flexible System

CHEMİCAL SENSOR MATERİALS FOR IOT-BASED ENVİRONMENTAL MONİTORİNG

GOKUL S

Dr. M. Meena

R.M.K. Engineering College, Thiruvallur District, Tamil Nadu, India

Abstract:

The growing demand for sustainable and high-performance materials has intensified research in chemical sciences with a focus on environmentally benign and functionally advanced systems. This study explores recent developments, material design strategies, synthesis methods, and application potential relevant to the selected theme. Emphasis is placed on structure–property relationships, material performance, and sustainability aspects such as biodegradability, energy efficiency, and reduced environmental impact. Advanced characterization techniques and emerging modeling approaches are discussed to highlight improvements in material functionality and reliability. The findings demonstrate the significant role of chemical engineering and materials chemistry in addressing global challenges related to energy, environment, healthcare, and industrial sustainability. The work provides insight into future research directions and technological opportunities aligned with green chemistry principles and circular economy concepts.

Keywords: Chemical Sensors, Iot, Environmental Monitoring, Gas Sensing, Smart Systems

AGRO-WASTE DERİVED BİOPLASTİCS FOR SUSTAİNABLE PACKAGİNG

VIJAY I

Dr. M. Meena

R.M.K. Engineering College, Thiruvallur District, Tamil Nadu, India

Abstract:

The growing demand for sustainable and high-performance materials has intensified research in chemical sciences with a focus on environmentally benign and functionally advanced systems. This study explores recent developments, material design strategies, synthesis methods, and application potential relevant to the selected theme. Emphasis is placed on structure–property relationships, material performance, and sustainability aspects such as biodegradability, energy efficiency, and reduced environmental impact. Advanced characterization techniques and emerging modeling approaches are discussed to highlight improvements in material functionality and reliability. The findings demonstrate the significant role of chemical engineering and materials chemistry in addressing global challenges related to energy, environment, healthcare, and industrial sustainability. The work provides insight into future research directions and technological opportunities aligned with green chemistry principles and circular economy concepts.

Keywords: Agro-Waste, Bioplastics, Circular Economy, Sustainable Materials, Waste Valorization

ARTİFİCİAL INTELLİGENCE ASSİSTED MOLECULAR DESİGN İN CHEMİCAL SCİENCES

GAAYATHRI DEVI R

Dr. M. Meena

R.M.K. Engineering College, Thiruvallur District, Tamil Nadu, India

Abstract:

The growing demand for sustainable and high-performance materials has intensified research in chemical sciences with a focus on environmentally benign and functionally advanced systems. This study explores recent developments, material design strategies, synthesis methods, and application potential relevant to the selected theme. Emphasis is placed on structure–property relationships, material performance, and sustainability aspects such as biodegradability, energy efficiency, and reduced environmental impact. Advanced characterization techniques and emerging modeling approaches are discussed to highlight improvements in material functionality and reliability. The findings demonstrate the significant role of chemical engineering and materials chemistry in addressing global challenges related to energy, environment, healthcare, and industrial sustainability. The work provides insight into future research directions and technological opportunities aligned with green chemistry principles and circular economy concepts.

Keywords: Artificial Intelligence, Molecular Modeling, Cheminformatics, Drug Design, Predictive Chemistry

GENETİC ALGORİTHM OPTİMİZED PID CONTROL FOR 3R ROBOTİC MANİPULATOR MODELİNG AND SİMULATİON İN MATLAB/SİMULİNK

SATLA Zouaoui[12], BENDINE Kouider[2,3], KHERRAB Mohamed[1]
[1] Tissemsilt University , Tissemsilt, Algeria
[2] laboratory of Structural and solid Mechanics, Sidi bel abbes ,Algeria .
[3] Djillali Liabes University Sidi Bel Abbès, Algria

Abstract:

This paper presents the modeling, simulation, and control of a three degree of freedom with three retoid joints (3R) robotic manipulator using the MATLAB/Simulink environment. A detailed dynamic model of the robot is developed and implemented in Simulink to analyze joint motion and end effector trajectory tracking performance. A conventional Proportional Integral Derivative (PID) controller is designed for each joint to ensure accurate position control and robustness against parameter variations and external disturbances. To overcome the limitations of manual tuning, a Genetic Algorithm (GA) is employed to optimize the PID gains by minimizing a composite performance index that combines tracking error and control effort. Simulation results demonstrate that the GA optimized PID controller significantly improves transient response, reduces overshoot, and decreases steady-state error compared with the initially tuned PID controller, confirming the effectiveness of the proposed GA–PID framework for 3R robot manipulators in academic and industrial applications.

Keywords: 3R Robot, Genetic Algorithm(GA), PID controller, ITEA technique

1. Introduction

Serial robotic manipulators with three revolute joints (3R manipulators) are widely used in industrial and research applications for tasks such as pick and place, welding, and machining, where accurate end effector positioning and smooth trajectory tracking are essential. Their dynamics are strongly nonlinear and coupled, involving inertia, Coriolis centripetal and gravity terms, which makes high-performance joint space control non trivial, especially under rapid motion and payload variations.[1] For this reason, 3 DOF robotic manipulators continue to be an attractive benchmark for developing and evaluating advanced control and optimization strategies.[2]

Despite the availability of sophisticated nonlinear and intelligent controllers such as model based, robust, predictive, sliding mode, fuzzy and neural controllers PID type controllers remain the dominant solution in industrial practice because of their simple structure, intuitive tuning and ease of implementation on low cost hardware.[3] Industrial surveys report that more than 95% of process control loops still employ PI/PID algorithms, highlighting the practical

importance of obtaining well-tuned PID gains.[4] In robotic manipulators, classical joint space PID is still widely adopted as a baseline or inner loop controller, even when embedded inside more advanced architectures.[5]

Conventional PID tuning rules, such as the Ziegler Nichols and related heuristic methods, were originally developed for approximately linear, first order plus dead time plants. Although these rules provide a straightforward starting point, they often yield oscillatory responses, large overshoot and limited robustness when applied to highly nonlinear, multivariable systems such as robot manipulators.[6] Furthermore, any change in operating conditions, payload or desired trajectory may require retuning, which is time consuming and may not lead to globally optimal performance. This has motivated the use of numerical optimization and metaheuristic techniques to tune PID gains directly from performance specifications rather than from approximate plant models.[7]

Among modern optimization methods, evolutionary and swarm-based algorithms have shown particular promise for PID tuning in robotic systems. Multi objective genetic algorithms (GAs) have been used to design PID controllers for robotic manipulators, explicitly balancing conflicting criteria such as tracking accuracy and control effort.[8] Other recent works have successfully applied GAs to tune PID and fractional-order PID controllers for nonlinear robotic arms, demonstrating improved transient performance under various cost functions, including classical integral error indices.[10] Likewise, metaheuristics such as Artificial Bee Colony, Particle Swarm Optimization and Whale Optimizer have been employed to obtain optimal PID gains for 2 and 3 DOF manipulators, confirming that global search algorithms can effectively handle the nonconvex, multimodal nature of the tuning problem.[9]

A key element in optimization-based PID design is the choice of performance index. Time domain integral criteria such as Integral of Squared Error (ISE), Integral of Absolute Error (IAE), Integral of Time weighted Squared Error (ITSE) and Integral of Time weighted Absolute Error (ITAE) are widely used to quantify the tradeoff between transient and steady state behavior.[10] Among these, the ITAE criterion is particularly attractive because it penalizes errors that persist at large times more heavily than initial errors, thereby encouraging fast settling with reduced overshoot and improved disturbance rejection.[11] ITAE based tuning has been shown to produce PID controllers with favorable robustness and load disturbance performance for a wide class of processes, and has motivated several optimization based tuning rules in the literature.[12]

In this work, a joint space PID controller is designed for a 3R robotic manipulator, and the controller gains are tuned automatically using a genetic algorithm. The optimization objective is defined as a discrete time approximation of the Integral of Time weighted Absolute Error (ITAE), expressed as the sum of time weighted absolute tracking errors over the sampling horizon for all joints. By directly minimizing this ITAE based cost, the GA searches the multidimensional gain space of the PID controller and identifies parameter sets that improve trajectory tracking and transient response characteristics for the nonlinear 3R robot model. The proposed approach thus combines the simplicity and industrial relevance of PID control with the global search capability of genetic algorithms and the time domain insight of the ITAE performance index.

2. Problem Statement

The control of robotic manipulators is complicated by nonlinear, coupled dynamics and by variations in payload, operating conditions, and reference trajectories. In many practical systems, joint space Proportional Integral Derivative (PID) controllers are still used because of their simple structure and ease of implementation. However, the performance of a PID controlled 3R robot depends critically on the appropriate choice of the proportional, integral, and derivative gains for each joint.

Classical tuning procedures and heuristic trial and error methods usually assume approximately linear plant behavior and do not explicitly account for the nonlinear coupling and time-varying effects present in robotic systems. As a result, the tuned controllers may exhibit large overshoot, long settling times, poor tracking performance, or sensitivity to parameter changes. Furthermore, these methods do not guarantee any form of optimality with respect to a clearly defined performance index.

3. Methodology

3.1 System Description and Modeling

Three degrees of freedom (3R) serial robotic manipulator with revolute joints is considered see figure 01.

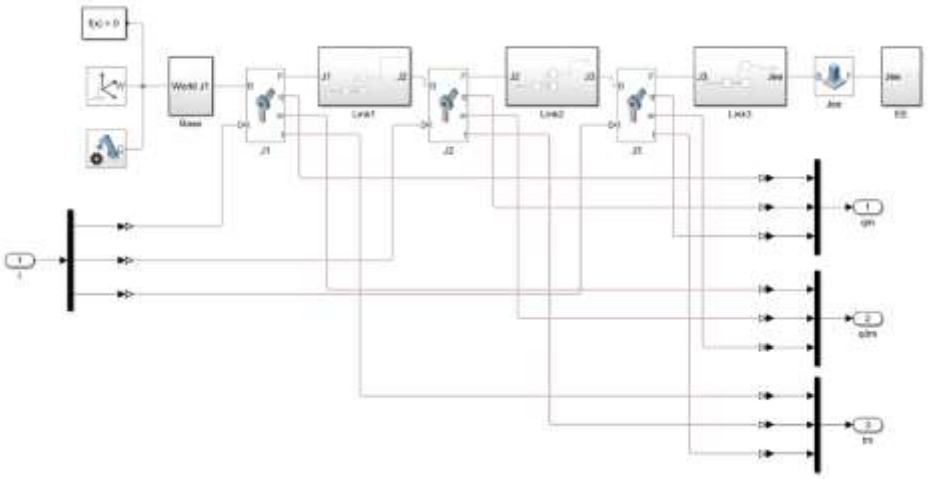


Figure01: Serial robotic manipulator with three revolute joints.

The control objective is to ensure accurate tracking of prescribed joint space trajectories. The nonlinear dynamic model of the robot is expressed in the standard form

$$\mathbf{M}(\mathbf{q})\ddot{\mathbf{q}} + \mathbf{C}(\mathbf{q}, \dot{\mathbf{q}})\dot{\mathbf{q}} + \mathbf{G}(\mathbf{q}) = \boldsymbol{\tau},$$

where is the vector of joint angles,) is the inertia matrix, $\mathbf{q}$) represents Coriolis/centripetal terms,) is the gravity vector, and is the vector of joint torques. The model parameters are obtained from the robot geometry and link properties depicted in figure 02 and are implemented in a simulation environment (e.g., MATLAB/Simulink) figure 03.

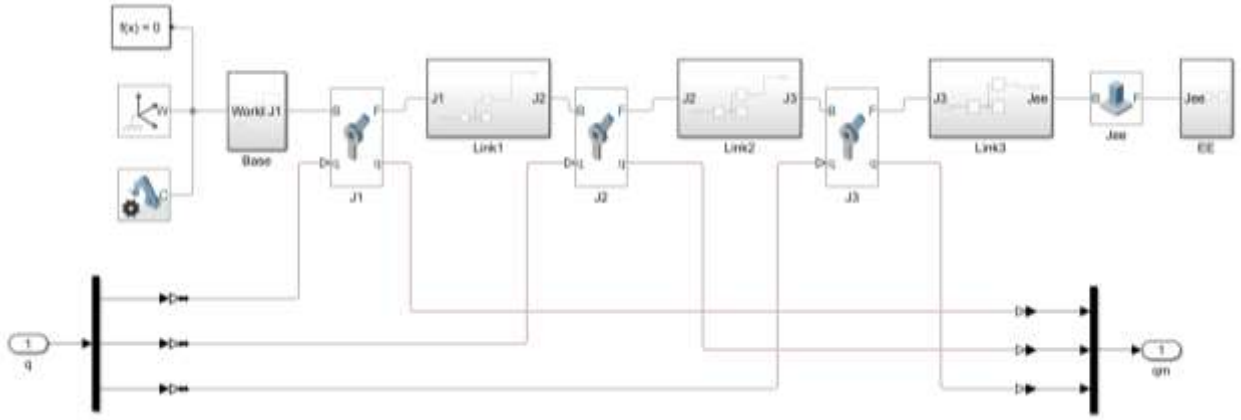


Figure02: *Vector of joint angles for optimization*

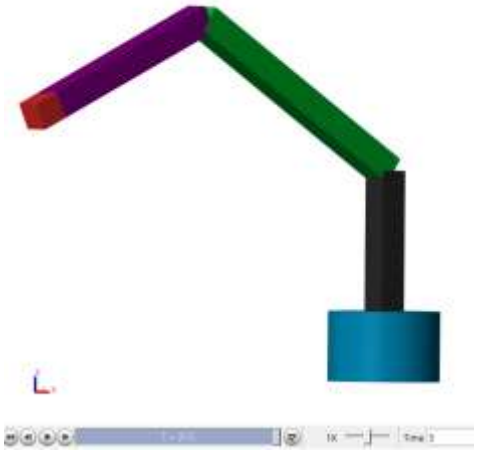


Figure03: *robot geometry and links*

3.2 PID Controller Structure

Each joint is controlled by an independent PID controller operating in joint space. For the -th joint, the control input is given by [11,12]:

$$\tau_i(t) = K_{p,i}e_i(t) + K_{i,i}\int_0^t e_i\,(t)\,dt + K_{d,i}\dot{e}_i(t),$$

where $ei(t)=qi,ref(t)-qi(t)$ is the tracking error, and $Kp,$, $Ki,$, and $Kd,$are the proportional, integral, and derivative gains, respectively. The complete controller therefore has nine tuning parameters (three gains per joint). Initial bounds on these gains are selected based on practical considerations such as actuator limits and closed-loop stability figure 04.

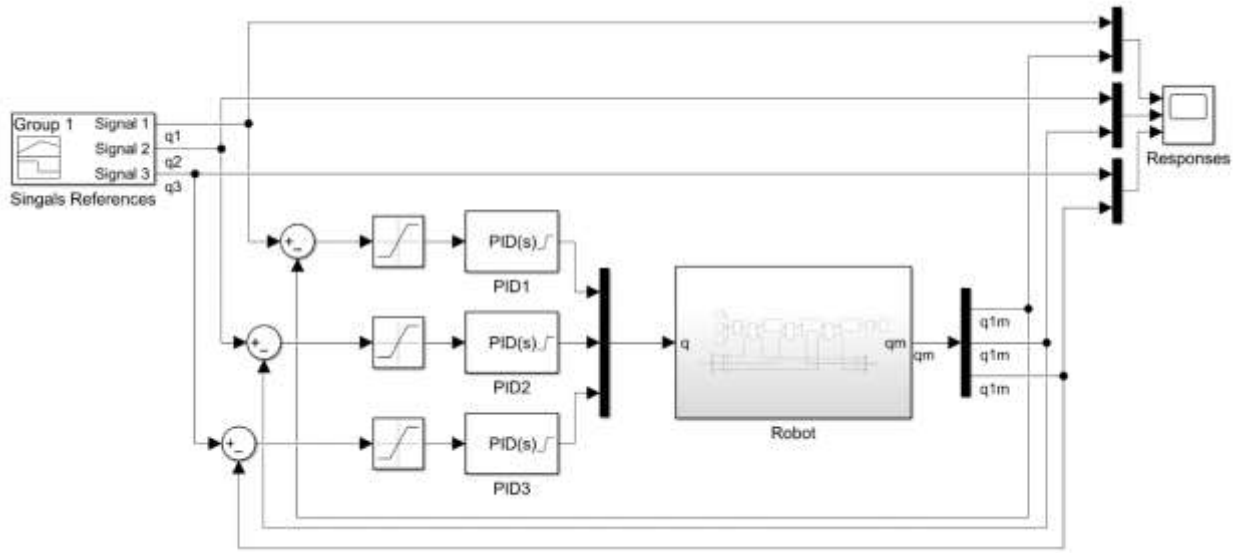


Figure04: *PID controller with singles references.*

3.3 ITAE-Based Performance Index

To quantify control performance, a time domain performance index based on the Integral of Time weighted Absolute Error (ITAE) is adopted. In discrete form, the objective function is defined as

$$J = \sum_{k=1}^{N} \sum_{i=1}^{3} t_k \mid e_i(k) \mid,$$

where $tk$is the time at the -th sampling instant, $ei(k)$is the joint tracking error of the -th joint at that instant, and is the total number of samples. This formulation penalizes errors that persist at later times more heavily than those occurring at the beginning of the response, encouraging fast settling with reduced residual error show in figure 05. The aim of the optimization is to minimize over the admissible range of PID gains as show in the figure 06.

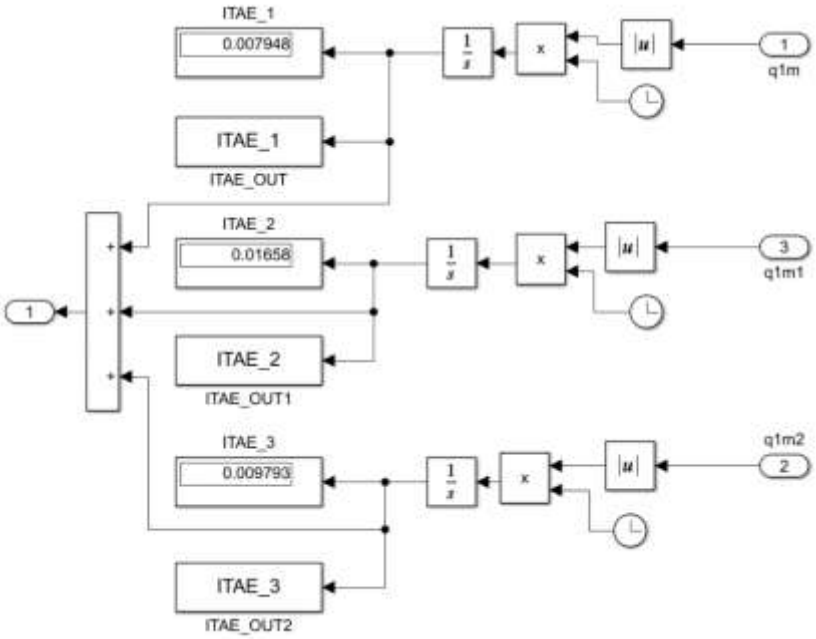


Figure05: *Errors sum of ITEA*

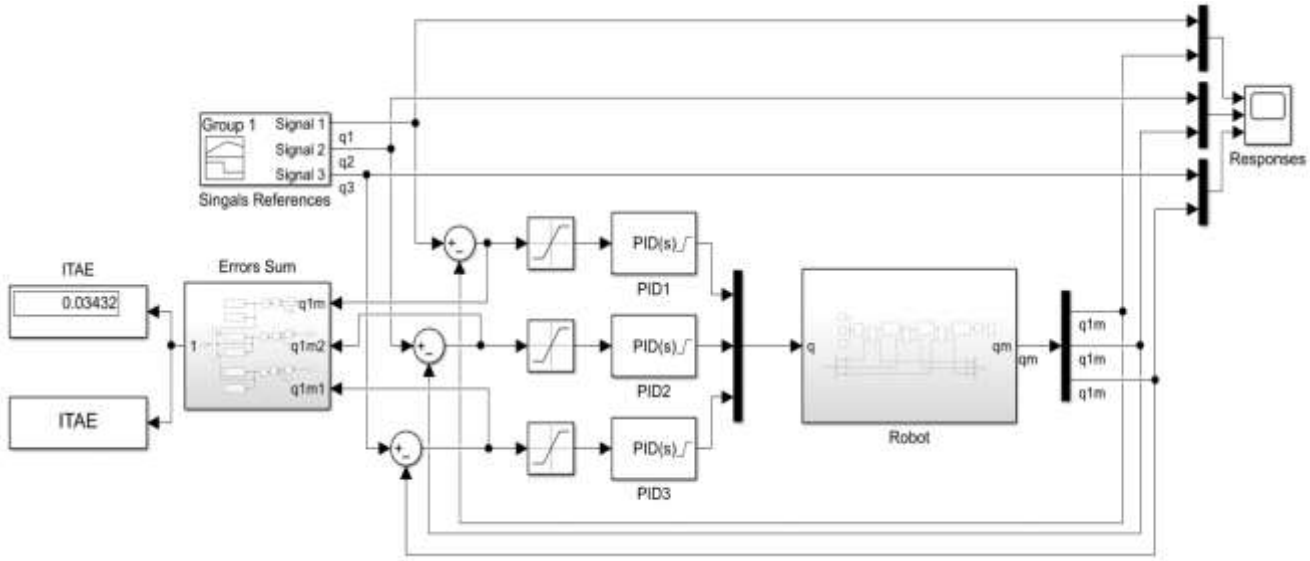


Figure06: *Complete block Simulink of Robot with PID controllers coupled with ITEA*

('DOF3_RRR_PID.slx')

3.4 Genetic Algorithm for PID Tuning

A real coded genetic algorithm is used to search the PID parameter space. Each individual in the population represents a candidate set of controller gains for each joint respectively:

$\mathbf{x} = [K(1), K(2), K(3), K(4), K(5), K(6), K(7), K(8), K(9)]$.

The program of main objective function for this simulation:

```
function cost= optimization_PID_GA(k)
assignin('base','k',k)
sim('DOF3_RRR_PID.slx')
cost=ITAE (length (ITAE))
end
```

The main steps of the GA are:

1. **Initialization**

   A population of individuals is randomly generated within predefined bounds for each gain. These bounds reflect prior knowledge about reasonable gain values and are chosen to avoid unstable or saturated behavior.

2. **Fitness Evaluation**:

   For each individual, a time domain simulation of the 3R robot is performed for one or more reference trajectories. The ITAE based cost is computed from the resulting tracking errors. The fitness value is defined as an inverse or monotonic transformation of , so that smaller ITAE corresponds to higher fitness.

3. **Selection, Crossover, and Mutation:**

   Parent individuals are selected according to their fitness using a selection scheme such as tournament or roulette-wheel selection. New offspring are created by applying crossover (e.g., single-point or arithmetic crossover) and mutation operators to introduce diversity and explore the search space. Constraints on the gains are enforced after each genetic operation.

4. **Replacement and Stopping Criterion:**

   The new generation replaces the previous one according to a chosen replacement strategy, possibly including elitism to preserve the best solutions found so far. The algorithm iterates until a stopping condition is met, such as reaching a maximum number of generations or convergence of the best fitness value. See figure 07

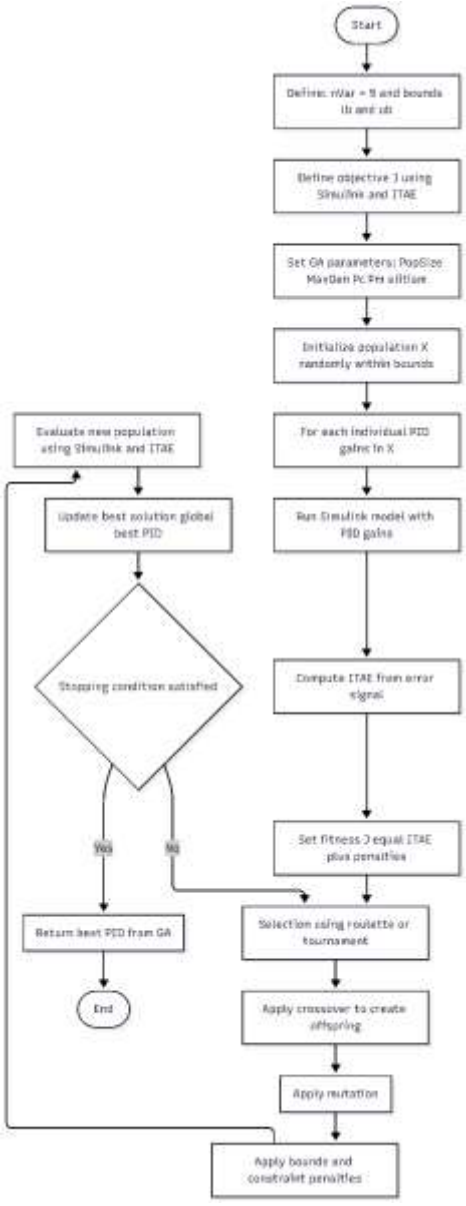


Figure07: *flowchart of GA Algorithm coupled with ITEA Technique for optimized PID Controllers.*

3.5 Performance Evaluation

Once the GA converges, the best individual is taken as the optimized set of PID gains. The corresponding controller is then tested on the 3R robot model for several reference trajectories, including step and smooth polynomial or sinusoidal profiles. Key performance indicators such as maximum overshoot, settling time, steady state error, and control effort are computed.

The figure 08 illustrated the reduction in the ITAE value and the improvement in the time-domain metrics demonstrate the effectiveness of the proposed GA_ITAE tuning strategy.

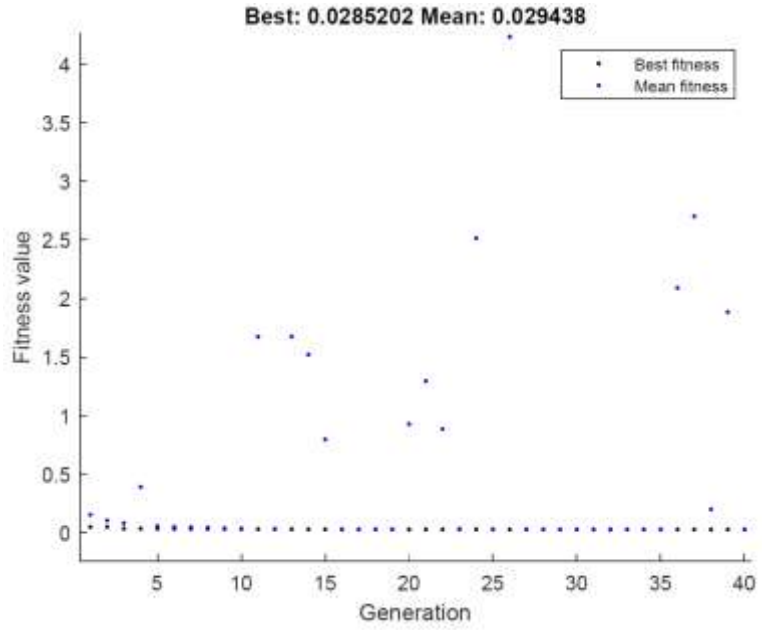


Figure08: *Convergence of the Genetic Algorithmc/ ITEA technique for PID Position Optimization*

From Figure 08, it can be observed that the genetic algorithm converges rapidly. The best fitness value reaches approximately 0.0285202, while the mean fitness value converges to approximately 0.029438. The optimal solution is obtained at an early stage of the optimization process, specifically between generations 3 and 5, and remains stable up to generation 40 without noticeable oscillations. This behavior indicates that the genetic algorithm successfully identified an optimal set of PID parameters and that the solution is robust and stable. Furthermore, Table 01 presents the optimal parameters obtained for each PID controller

Table 01: *optimal parameters of PID Controllers*

	$K_P(1,4,6)$	$K_I(2,5,7)$	$K_D(3,6,9)$
Joint 1	79.548	193.315	9.721
Joint 2	56.914	199.533	0.370
Joint 3	70.624	189.16	0.369

Figure 09 illustrates the position tracking responses of the three joints of the 3-DOF RRR robotic manipulator using the PID parameters optimized by the genetic algorithm. Step reference inputs are applied sequentially to each joint. The simulated joint positions closely follow their respective reference trajectories with negligible steady-state error. Fast transient responses are achieved without overshoot or oscillations, demonstrating the effectiveness and stability of the optimized PID controllers. These results confirm that the proposed GA-based tuning approach provides accurate and robust position control for all joints.

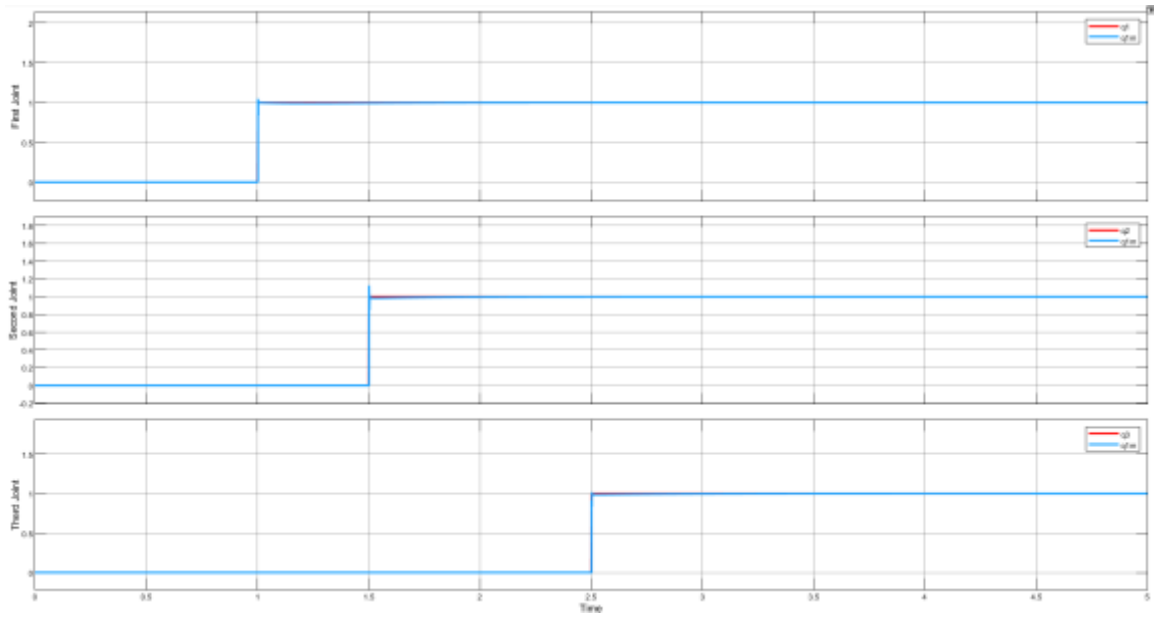


Figure 09: *Joint Position Tracking Performance Using GA-Optimized PID Controllers*

Conclusion

In this study, a genetic algorithm–based approach was successfully applied to optimize the parameters of PID controllers for the position control of a 3-DOF RRR robotic manipulator. The optimization objective was formulated using the Integral of Time-weighted Absolute Error (ITAE) criterion, allowing accurate evaluation of the position tracking performance of each joint.

The genetic algorithm demonstrated rapid convergence, achieving an optimal solution within the first few generations, while maintaining stability and robustness throughout the full

optimization process. The convergence of the best and mean fitness values confirmed the effectiveness of the selected GA parameters. Simulation results showed that the GA-optimized PID controllers provided precise joint position tracking, fast transient response, negligible steady-state error, and stable torque behavior without oscillations.

General, the proposed GA-based PID tuning method significantly improves the position control performance of the robotic system and proves to be a reliable and effective optimization technique for nonlinear multi-degree-of-freedom robotic manipulators. Future work may extend this approach to trajectory tracking under external disturbances and real-time implementation on physical robotic platforms

References

[1] S. E. Ivanov, T. Zudilova, T. Voitiuk, and L. N. Ivanova, "Mathematical Modeling of the Dynamics of 3-DOF Robot-Manipulator with Software Control," *Procedia Computer Science*, vol. 178, 2020.
[2] C. Urrea, J. Kern, and V. Torres, "Design, Simulation, and Comparison of Advanced Control Strategies for a 3-Degree-of-Freedom Robot," *Applied Sciences*, vol. 14, no. 23, 11010, 2024.
[3] M. I. Azeez, A. M. M. Abdelhaleem, S. Elnaggar, K. A. F. Moustafa, and K. R. Atia, "Optimization of PID Trajectory Tracking Controller for a 3-DOF Robotic Manipulator Using Enhanced Artificial Bee Colony Algorithm," *Scientific Reports*, vol. 13, 11164, 2023.
[4] V. Tinoco, M. F. Silva, F. N. Santos, R. Morais, S. A. Magalhães, and P. M. Oliveira, "A Review of Advanced Controller Methodologies for Robotic Manipulators," *International Journal of Dynamics and Control*, 2024.
[5] A. E. A. Awouda and R. B. Mamat, "New PID Tuning Rule Using ITAE Criteria," *International Journal of Engineering*, vol. 3, no. 6, pp. 597–608, 2010.
[6] F. G. Martins, "Tuning PID Controllers Using the ITAE Criterion," *International Journal of Engineering Education*, vol. 21, no. 5, pp. 867–873, 2005.
[7] H. V. H. Ayala and L. dos Santos, "Tuning of PID Controller Based on a Multiobjective Genetic Algorithm Applied to a Robotic Manipulator," *Expert Systems with Applications*, 2012.
[8] A. Eltayeb, G. Ahmed, I. H. Imran, N. M. Alyazidi, and A. Abubaker, "Comparative Analysis: Fractional PID vs. PID Controllers for Robotic Arm Using Genetic Algorithm Optimization," *Automation*, vol. 5, no. 3, pp. 230–245, 2024.
[9] "Performance Indices in Control System – ISE, IAE, ITSE, ITAE," *Electricalvoice*, July 2017.
[10] "Tuning PID Controllers Using the ITAE Criterion," supplementary material and MATLAB/Simulink modules, based on Martins (2005)
[11] Zouaoui, Satla, Elajrami Mohamed, and Bendine Kouider. "Easy tracking of UAV using PID controller." Periodica Polytechnica Transportation Engineering 47, no. 3 (2019): 171-177.
[12] Elajrami, Mohamed, Zouaoui Satla, and Kouider Bendine. "Drone control using the coupling of the PID controller and genetic algorithm." Communications-Scientific letters of the University of Zilina 23, no. 3 (2021): C75-C82.

GENDER AS A DETERMİNİNG FACTOR İN ALBANİAN POLİTİCAL LEADERSHİP

Miranda Prifti

Full-time lecturer at Faculty of Information Technology, Tirana Business University College, Albania

Abstract

Every culture has developed specific opportunities for leaders (of both genders) that influence their geste. Social morals that have "legitimized" gender (men) as a determinant of political leadership and undervalued women's leadership have become a hindrance to women's presence in global positions. Women's political leadership has been overlooked in both the current political landscape of the world republic and political leadership research. Both sides have long believed that gender disparities made women ineffective leaders. In this paper, I will argue that utilizing gender as a determinant of political leadership (good or poor) poses a significant barrier to women's continued leadership opportunities.

The goal of this course is to increase knowledge and comprehension of political and social realities:

• Analyzing the underrepresentation of women in politics, with a focus on the fundamental factors.

• Examining the impact of gender on Albanian political leadership.

***Keywords**: gender, woman, political leadership, quota, decision making.*

THERAPEUTİC POTENTİAL OF SEAGRASS BİOACTİVES İN INFLAMMATİON MANAGEMENT

Dr. Vani Mathakala

P. Uma Maheswari Devi

Dept.of Applied Microbiology and Biochemistry, Sri Padmavati Mahila university, Tirupati-517502, Andhra Paradesh , India

Abstract

The Pro-inflammatory mediators such as prostaglandin E2, nitric oxide and TNF-α are the key players in the stimulation of the inflammatory responses. Thus, the pro-inflammatory mediators are considered to be potential targets for screening nutraceutical with anti-inflammatory activity. In this context, we explored the anti-inflammatory potency of seagrass extract with western blot (Bio-Rad) analysis by using LPS induced RAW macrophages as in-vitro models, western blot analysis, In-silico methods using Mastero 13.0 software. The anti-inflammatory activity of Seagrass was demonstrated through down regulation of Pro-inflammatory markers such as Cyclooxygenase-2, induced Nitric oxide synthase and prostaglandin E synthase-1**.** The results were validated by docking the phytochemical constituents of seagrass namely Isocoumarin, Hexadecanoic acid, and Cis-9 Octadecenoic acid, 1,2 Benzene dicarboxylic acid and beta-sitosterol with TNF-alpha, COX-2, iNOS and PGES-1. The methanolic extract of seagrass *Halophila beccarii* is a potential nutraceutical agent for combating against inflammation with a significant anti-inflammatory activity.

Keywords: Seagrass Halophila beccarii, RAW 264.7 macrophages, COX-2, Inducible nitric oxide synthase, Inflammatory cytokines

TIMES NEW ROMAN, 11 PT, BOLD HOW TO LOCALIZE EFL SPEAKING LESSONS FOR CAMBODIAN LEARNERS

Shally TOUN
Pannasastra University of Cambodia (PUC),
Faculty of Education, Division of Educational Administration,
Phnom Penh, Cambodia.
Shally's Workshop: how to localise EFL speaking lessons for Cambodians
http://www.beacambodia.org/conferences.html

Abstract

Cambodian EFL teachers are faced with the challenge of using western-published textbooks. Many textbooks focus on only one English variety, which are laden with cultural references. As a result, teachers find it difficult to use these textbooks successfully. This workshop will show teachers how to incorporate parts of these textbooks into lessons while at the same how to focus on Cambodian culture and values. Specifically, the workshop will outline the "present-practice-use" method for EFL speaking lessons and how to adapt it to western-published textbooks. The next part will focus on how to localize lessons and will give activity demonstrations. Finally, the workshop will provide teachers with core and supplementary materials, such as lesson plans and instructions for classroom activities. All workshop materials have been used in the basic and pre-intermediate EFL courses offered at the Bayon English Academy, an NGO school in Siem Reap, Cambodia.

Keywords: Cambodian youn learner, English speaking skills, ways to improve speaking skills, Independent learner and motivation

HYBRID LSTM–GNN–PPO FRAMEWORK FOR ADAPTIVE RESOURCE ALLOCATION IN ENERGY-EFFICIENT 5G NETWORKS

Tanimu BALA
Aliko Dangote University of Science and Technology, Wudil.
İbrahim ALHAJI LAWAN
Bayero University, Kano

Abstrac

The fifth generation (5G) of mobile communication networks is designed to support ultra-reliable low-latency communication (URLLC), enhanced mobile broadband (eMBB), and massive machine-type communication (mMTC). However, the exponential increase in data traffic and heterogeneous network density has led to a surge in energy consumption across base stations (BSs) and radio access networks (RANs). This paper proposes a hybrid deep learning framework that integrates Long Short-Term Memory (LSTM), Graph Neural Networks (GNN), and Proximal Policy Optimization (PPO) to achieve adaptive, energy-efficient resource allocation in 5G networks. The LSTM model captures temporal traffic patterns, the GNN models spatial dependencies among BSs and users, while PPO reinforcement learning dynamically optimizes power and bandwidth allocation policies. Using NS-3 simulations and real 5G traffic datasets, the proposed model achieves 25% improvement in energy efficiency and 15% higher spectral utilization compared to Deep Q-Network (DQN) and heuristic baselines. The results demonstrate that integrating spatiotemporal learning and policy optimization provides a scalable and adaptive solution for next-generation green 5G and 6G systems.

Keywords— 5G networks, energy efficiency, resource allocation, LSTM, Graph Neural Network, Proximal Policy Optimization, deep reinforcement learning.

PREVALENCE & MANAGEMENT PRACTICES OF FOOD & MOUTH DISEASE (FMD) IN CATTLE IN CHANDPUR SADAR, CHANDPUR

Musfikah Jannat
Sher-e-Bangla Agricultural University, Faculty of Animal Science & Veterinary Medicine. Department of Pathology, Dhaka, Bangladesh.
Dr. Sajeda Sultana
Sher-e-Bangla Agricultural University, Faculty of Animal Science & Veterinary Medicine. Department of Pathology, Dhaka, Bangladesh.
Dr. Sajedul Hayat
Ministry of Fisheries & Livestock. Department of Livestock Services, Dhaka, Bangladesh.

Abstract

The aim of the study was to investigate the prevalence and management practices of Foot-and Mouth Disease (FMD) in cattle in Chandpur Sadar, a key area for livestock. farming in Bangladesh. Livestock farming is vital to rural livelihoods but diseases like FMD significantly impact productivity and income. Foot-and-mouth disease (FMD) is a highly contagious viral disease that causes significant economic losses in Bangladesh due to reduced milk production, treatment costs, weight loss in fattening cattle and mortality, impacting both farmers and the national economy. A total of 146 farms were visited to collect data to investigate the prevalence, risk factors and economic impacts of FMD. Results showed that, FMD prevalence was 0.45%, with unvaccinated cattle (66%) being highly vulnerable. About 11% cattle that were vaccinated 1-3 months ago & 15% cattle that were vaccinated within 4-6 months were also affected by FMD. Shared pathways (96.6%) and limited disinfectant facilities (7.5%) contributed to the disease's spread, while high treatment costs (98.6%) and reduced productivity (95.9%) exacerbated the financial burden. The study emphasizes improving vaccination coverage, biosecurity measures, and farmer education to mitigate losses and enhance. livestock health. The primary barriers to disease prevention include financial constraints (34%), lack of access to veterinary services and limited knowledge. Most farmers (80.1%) vaccinate irregularly or not at all, contributing to the disease's rapid spread. Improved vaccination coverage, biosecurity and farmer awareness are critical to mitigating FMD's impact and ensuring sustainable livestock farming, thereby reducing economic losses and improving rural livelihoods. Future opportunities include developing digital tools for disease monitoring and expanding access to veterinary services.

Keywords: Foot-and-Mouth Disease, cattle, Management practices, Chandpur Sadar, Economic impact, farmer awareness.

THE METHODOLOGY OF IMAM AL-NAWAWİ İN ADDRESSİNG CONTRADİCTORY AND PROBLEMATİC HADİTHS İN AL-MİNHĀJ: A CRİTİCAL ANALYSİS

Fazirun Md Hanipah

Mohd Farhan Md Ariffin

ABSTRACT

This article examines the methodology of Imam al-Nawawi in addressing mukhtalif (seemingly contradictory) and musykil (problematic in meaning) hadiths as found in his work *al-Minhāj Syarḥ Ṣaḥīḥ Muslim*. The study focuses on how Imam al-Nawawi resolves apparent contradictions between narrations (*mukhtalif al-ḥadīth*) and addresses confusing meanings (*musykil al-ḥadīth*). The main objective is to identify his approaches—whether through the synthesis of meanings (*al-jam'*), preference of stronger evidence (*al-tarjīḥ*), metaphorical interpretation (*al-ta'wīl*), abrogation analysis (*al-naskh*), or specification of general evidences (*al-takhṣīṣ*)—and to evaluate the effectiveness of these methods. This qualitative study applies content analysis of *Syarḥ Ṣaḥīḥ Muslim* and relevant classical sources, supported by modern scholarly discourse. Findings reveal that Imam al-Nawawi consistently adheres to the methodology of the majority of hadith scholars: prioritizing the rejection of weak narrations, followed by attempts at synthesis and interpretation, then considering abrogation where applicable, and finally applying tarjīḥ if needed. He successfully clarifies the ambiguity of problematic hadiths without rejecting any authentic narration, aligning with the approaches of earlier scholars such as Ibn Qutaybah and al-Qurṭubī. This study contributes by elaborating on al-Nawawi's critical framework in the science of mukhtalif and musykil hadiths, thus enriching classical methodological discourse and its contemporary relevance.

Keywords: Mukhtalif al-Ḥadīth; Musykil al-Ḥadīth; Imam al-Nawawī; Syarḥ Ṣaḥīḥ Muslim; Hadith Methodology; Jam' and Tarjīḥ in Hadith.

FRAUD AND DEPOSIT MONEY BANKS' PERFORMANCE NEXUS IN NIGERIA

ACHUGAMONU Bede Uzoma
NWANKWO Alexius Ndudi
OMANKHANLEN Alexander Ehimare
Department of Banking and Finance, Covenant University, Ota, Ogun State, Nigeria

The prevalence of fraud within deposit money banks poses a significant threat to both the financial stability and the ongoing viability of these institutions. Given this alarming trend, it is essential to explore how such fraudulent activities impact the performance of deposit money banks in Nigeria. This study focuses on data collected over four years, from 2016 to 2020, from ten banks. To analyse the data, we employed an auto-regressive distributed lag model (ARDL), which is well-suited for examining the relationships between time series data. The findings revealed a noteworthy and statistically significant positive correlation between bank performance and the actual proportion of asset losses relative to the total amount involved in fraudulent activities. Specifically, the analysis indicated that as the proportion of actual losses increases in relation to the total sums at stake, there are adverse effects on key performance indicators in the banking sector.

Moreover, the results demonstrate a significant long-run relationship between actual losses and bank liquidity, highlighting that higher losses exacerbate liquidity challenges for banks, thereby influencing their overall operational effectiveness. Consequently, this study concludes that a long-term integrating relationship exists between the incidence of fraud and the performance of the banking system in Nigeria.

In light of these findings, it is highly recommended that banks implement robust fraud control measures aimed at mitigating the impact of fraudulent activities. By adopting enhanced security protocols and monitoring systems, banks can protect their assets and maintain sound financial health, which is crucial for the stability of Nigeria’s banking sector.

Keywords: Bank, Deposit, Fraud, Liquidity, Money, Nigeria, Performance,

WOMEN IN THE LABOUR MARKET: ECONOMIC PERSPECTIVES ON EQUALITY AND BARRIERS

Olga Berta Szabóné PhD
University of Nyíregyháza, Institute of Business Administration; GTI, Nyíregyháza, Hungary

ABSTRACT

Introduction and Purpose: In 21st-century economic and social discourse, the concept of equal opportunities extends beyond the moral imperative of gender equality and has become a critical determinant of economic efficiency. This study aims to demonstrate that equal opportunities are not merely a "women's issue," but a fundamental prerequisite for the sustainable functioning of labour markets and long-term economic growth. Empirical evidence shows that increasing women's labour-market participation contributes significantly to GDP expansion and enhances innovation capacity (OECD, 2021; World Economic Forum, 2023).

Materials and Methods: The research examines the economic implications of the gender pay gap, the glass-ceiling effect, and the unequal distribution of caregiving responsibilities. It further analyses the impact of European and national equal-opportunity policies on labour-market dynamics. Although existing literature emphasises that gender equality is not a cost but a strategic long-term investment that strengthens productivity, improves decision-making diversity, and promotes social cohesion (EIGE, 2022), real-world progress remains limited.

Discussion and Conclusion: The findings indicate that ensuring equal opportunities must become a central component of future economic policy frameworks. Particular attention should be given to improving women's labour-market conditions and addressing the structural barriers that impede their full economic participation.

Keywords: gender equality, wage gap, working opportunities, labour market, economic policy

OLDER ADULTS AS STRATEGIC ACTORS IN COMMUNITY DEVELOPMENT: FROM SOCIAL SERVICE BENEFICIARIES TO ACTIVE RESOURCES FOR SOCIAL COHESION AND SUSTAINABILITY

Sorina Corman

PhD., Associate Professor, Community Development Lab, Faculty of Social Sciences and Humanities, Lucian Blaga University of Sibiu, Romania

Alin Croitoru, PhD.

Associate Professor, Community Development Lab, Faculty of Social Sciences and Humanities, Lucian Blaga University of Sibiu, Romania

Abstract

In the context of accelerated demographic change and population ageing, local communities face increasing pressure to redefine social policies and community development mechanisms. This paper proposes an integrated theoretical approach to the role of older adults in community development, moving beyond the traditional paradigm that frames them solely as recipients of social services.

Drawing on community development theory, active ageing perspectives, and principles of social solidarity, the analysis highlights the potential of older adults as strategic actors in strengthening social capital, fostering community cohesion, and supporting sustainable development processes. The paper examines key forms of older adults' participation—social, economic, cultural, and civic—as well as the role of consultative community structures, support networks, and community-based social services in facilitating their involvement.

The study emphasizes the need to shift from predominantly protective and care-oriented interventions toward policies and strategies that valorize the experience, skills, and resources of older adults. Community development is conceptualized as a supportive framework for activating the potential of older adults, with direct implications for quality of life, social inclusion, and local community resilience. The conclusions argue for a strategic reconfiguration of social services and local governance, aimed at integrating older adults as active partners in community development processes.

Keywords:

older adults; community development; community-based social services; active ageing; social participation; community cohesion

TIMES NEW ROMAN, 11 PT, BOLD

Abu Kowsar
Islamic Unisersity, Faculty of Applied Science and Engineering, Kushtia, Bangladesh.
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-7908-2057
Mahatir Ahmed Tusher
School of Computer Science and Engineering, VIT-AP University, Amaravati, Vijayawada, Andhra Pradesh, India.
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-6134-5248

Abstract

In the digital age, false information is spreading at a high rate, which is a significant danger to the discourse. It is particularly extreme in low-resource languages such as Bengali, which has been spoken by more than 250 million people around the globe but does not have a successful, user-friendly verification system. This paper will fill that gap by creating Khoj; the first ever all-in-one fact-checking platform designed to serve the Bengali user base. It aims to empower autonomous and real time claims verification, and thus democratize the truth. Khoj has a well-structured design and is a carefully curated network of approximately ~150 trustworthy sources. It uses query optimization using natural language parsing, web crawling using DOM extraction and fallback searches using web API like Tavily. The system generates Bengali reports using a novel weighted composite scoring formula: $C = \alpha R + \beta A + \gamma K$, where R, A, and K represent recency, authority, and keyword match scores, and $\alpha + \beta + \gamma = 1$. Evaluations show accuracy near 95% and higher user engagement through faster processing. Although there is a certain bias in the source and time constraints, Khoj contributes to the progress of fair misinformation detection with the help of AI-cultural integration, and provides the opportunities of multilingual expansions in the future to make the digital world more literate.

Keywords: AI Fact-Checking, Misinformation Detection, Bengali Language Processing, Composite Scoring, Low-Resource Natural Language Processing.

THE PSYCHOLOGY OF DIGITAL SPENDING: HOW E-WALLETS SHAPE IMPULSIVE BUYING AMONG YOUNG CONSUMERS

Dr. Jayasree Krishnan
Director, School of Management Studies and Commerce
Vels Institute of Science Technology and Advanced Studies (VISTAS)
Orchid Id 0000-0002-4167-0444

The rapid diffusion of e-wallet technologies has fundamentally transformed consumer purchase behaviour by removing transactional friction and redefining monetary perception. This study investigates how e-wallet usage influences impulsive buying behaviour among Gen-Y and Gen-Z consumers through an integrated behavioural–technological framework. Grounded in the Technology Acceptance Model, Pain of Paying Theory, Stimulus–Organism–Response paradigm, and Self-Regulation Theory, the study develops and empirically tests a conceptual model linking e-wallet features to impulsive purchase tendencies via psychological mediators. Using survey data from active e-wallet users, the study examines both direct and indirect effects of e-wallet attributes on impulsive buying behaviour, while accounting for the moderating influence of financial self-control and generational cohort. The findings indicate that transaction convenience and promotional incentives significantly increase impulsive buying behaviour, with reduced pain of paying emerging as a central mediating mechanism. Moreover, Gen-Z consumers exhibit significantly stronger impulsive tendencies than their Gen-Y counterparts, reflecting heightened digital immersion and reward sensitivity. This research contributes to emerging fintech literature by integrating behavioural economics and technology adoption perspectives to explain consumption behaviour in digital payment environments. The findings offer actionable implications for fintech firms in the design of responsible promotional strategies and for policymakers in framing digital financial literacy initiatives aimed at mitigating excessive impulsiveness among young consumers.

Keywords:
E-wallets, Impulsive Buying, Financial Self-Control, Gen-Z, Consumer Psychology, Fintech, Digital Payments

THE APPLYING OF FOUR-DIMENSIONS CONCURRENT ENGINEERING IN IRAQI MANUFACTURING FIRMS

Karrar Abdulellah Azeez
Marwah Abdulkareem Mahmood
Sarah esaam hasan
haider naama
University of Kufa
School of Administration and Economics: Accounting

Abstract

This paper shows the application of four-dimensional Concurrent engineering , During which two aspects are considered, the first side shows the steps for the process of developing concurrent products within environmental sustainability, while the second side analyzes the contribution of all dimensions of concurrent engineering after adding the fourth dimension for developing a manufacturing system under decreasing the environmental pollution, which is the product sustainability design dimension in reducing costs but little is known about a sustainable dimension concurrent engineering for environmental sustainability. The results revealed that the four-dimensional concurrent engineering contributes integrated within all dimensions for achieving rapid access to sustainable products under environment friendly processes that satisfy customers' desires while reducing costs. Findings have focused on the dimension of product sustainability, which is the fourth dimension of concurrent engineering for environmental sustainability, A new product that meets environmental requirements when manufactured is introduced. It can increase efficiency and decrease pollution rate during production processing.

Keywords: Concurrent Engineering; Product Design; Environmental Sustainability, Manufacturing Costing.

"RENEWABLE ENERGY AND THE ENERGY TRANSITION IN ALBANIA"

Dr. Silvana Nakuci

[1]Department of Economy and Rural Development Policies, Faculty of Economy and Agribusiness, Agricultural University of Tirana/ Tirana, Albania

ORCID: 0009-0008-6460-0028

Abstract

This study analyzes the role of renewable energy in the process of the energy transition, focusing on the economic, environmental, and social implications of this transformation. The energy transition is presented as a necessity for reducing greenhouse gas emissions, enhancing energy security, and achieving sustainable development. The study examines how renewable energy sources, such as solar, wind, and hydropower, contribute to the diversification of the energy mix and to reducing dependence on fossil fuels. Particular attention is given to energy investments and their role in accelerating the energy transition, as well as to the importance of energy efficiency in optimizing resource use and reducing long-term costs. Furthermore, the role of public policies, investments, and technological innovation in promoting the energy transition is analyzed. Through an analytical and comparative approach, the study highlights the main challenges related to initial costs, infrastructure, and the institutional framework, while also identifying long-term benefits in terms of economic growth, job creation, and environmental protection. Ultimately, the study emphasizes that renewable energy, supported by sustainable energy investments and energy efficiency measures, represents a fundamental pillar of the energy transition and the development of a more sustainable and competitive energy system.

Keywords: renewable energy; energy transition; energy policy; greenhouse gas emissions; energy security; energy investments; energy efficiency.

INSTITUTIONAL READINESS FOR AI TRANSFORMATION IN EDUCATIONAL MANAGEMENT: A MIXED-METHODS ASSESSMENT

Moses Adeolu AGOI
Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.
ORCID ID: 0000-0002-8910-2876
Oluwakemi Racheal OSHINOWO
Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.
ORCID ID: 0000-0003-0568-6446
Samuel Olayiwola AJAGA
Lagos State University of Education, Lagos Nigeria.
Oluwanifemi Opeyemi AGOI
Obafemi Awolowo University, Osun Nigeria.

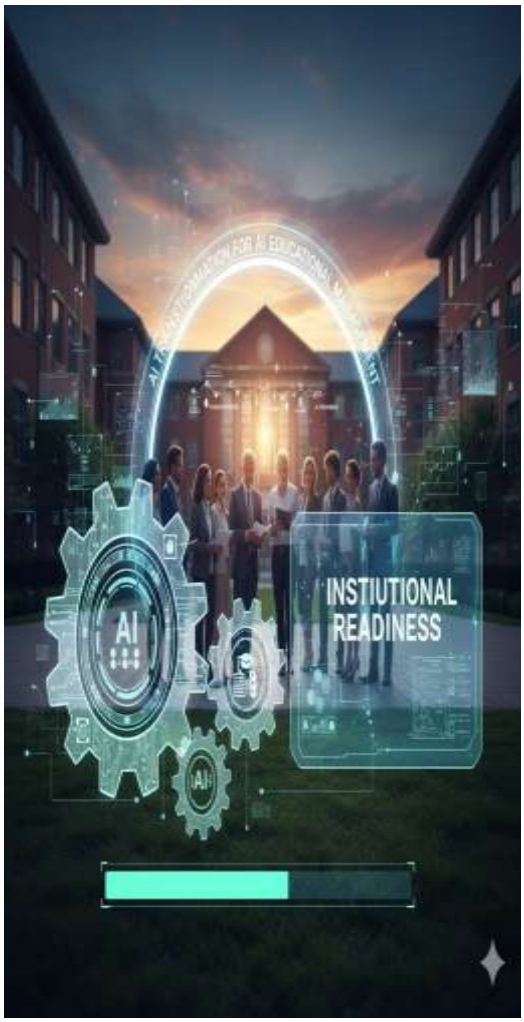
Abstract

This paper investigates the level of institutional readiness for transforming educational management through artificial intelligence (AI) across higher education institutions. Using a mixed-methods design, we collected survey data from 350 academic and administrative staff across five universities, alongside 15 semi-structured interviews with institutional leaders. Quantitative analysis employed descriptive statistics, exploratory factor analysis, and multiple regression to test how readiness dimensions (infrastructure, human capacity, strategy alignment, data governance, stakeholder engagement) predict perceived readiness. Qualitative data were coded thematically to surface contextual enablers and barriers. The results show moderate readiness overall, with infrastructure ($M = 3.2$, $SD = 0.8$) and human capacity ($M = 2.9$, $SD = 0.9$) scoring lowest, while strategy alignment scored highest ($M = 3.8$, $SD = 0.7$). Regression analysis indicates that strategy alignment ($\beta = .35$, $p < .01$) and data governance ($\beta = .28$, $p < .05$) are significant predictors of readiness. Interview narratives highlight challenges such as legacy systems, resistance to change, low data culture, and lack of policy support; conversely, leadership vision and external partnerships serve as enablers. We conclude that institutional transformation toward AI in educational management requires synchronized investments across technology, people, policy, and culture. We offer a readiness framework and propose directions for future longitudinal, cross-institutional studies.

Keywords: Data governance; Human capacity; Infrastructure

INTRODUCTION

The global movement toward digital transformation has intensified the recognition of Artificial Intelligence (AI) as a pivotal catalyst for innovation in education. AI is no longer confined to automating teaching or enhancing personalized learning experiences; it increasingly serves as a strategic tool that reshapes how educational institutions are managed and governed. In this broader context, AI applications now extend to predictive analytics for enrolment and retention, automated administrative workflows, strategic planning, financial forecasting, and intelligent decision-support systems that enable more efficient and evidence-based management. By leveraging AI, institutions can streamline processes, reduce administrative burdens, and improve responsiveness to dynamic educational demands. However, successful adoption of AI transcends the mere acquisition of technological tools; it requires an ecosystem of readiness, encompassing technological infrastructure, human capital, organizational strategy, and institutional culture capable of absorbing, scaling, and sustaining AI-driven innovations. Institutional readiness thus becomes a determining factor for the success or failure of AI transformation. Readiness reflects the extent to which an institution possesses the technical capabilities, skilled personnel, leadership commitment, and governance frameworks necessary to integrate AI into core operations. In many developing nations, such as Nigeria, readiness levels remain uneven due to socio-economic and infrastructural disparities. A review of higher education institutions in Northern Nigeria revealed substantial enthusiasm for AI integration but also identified critical deficiencies in digital infrastructure, staff training, curriculum alignment, and supportive policy frameworks. Similarly, empirical findings from studies on Nigerian universities indicate that AI adoption faces systemic barriers including funding constraints, limited institutional capacity, fragmented governance structures, and low awareness of AI's strategic potential in educational management. These findings highlight a broader issue: while



discourse around AI in education is expanding, most research and implementation efforts focus on classroom applications, such as adaptive learning systems, tutoring algorithms, and assessment analytics, while neglecting the managerial and administrative dimensions of transformation. The lack of empirical assessment of institutional readiness for AI-driven educational management poses a critical gap in scholarship and practice. Without such assessments, institutions risk engaging in fragmented or short-term implementations that fail to align with strategic goals or scale sustainably across departments. This study therefore advances both theoretical and practical contributions. Theoretically, it extends AI readiness models to encompass institutional governance and management systems. Practically, it develops a diagnostic framework that enables educational leaders and policymakers to evaluate, benchmark, and strengthen institutional readiness for AI transformation, ensuring that AI becomes an integral driver of strategic decision-making and organizational efficiency rather than a peripheral experiment.

LITERATURE REVIEW

Research on AI readiness often draws on models of technology readiness, e-readiness, and organizational capacity. Übellacker (2025) proposes that readiness evolves through iterative cycles of individual sense making, social learning, and formal integration processes. Digital leadership and strategic resource allocation have been shown to influence readiness in educational settings. Another relevant perspective is the “institutional vision-AI alignment” framework, which argues that institutions with clear strategic alignment between AI goals and institutional mission score higher in readiness; Garg et al. (2025) identify five dimensions: institutional vision, digital infrastructure, data-driven decision-making, stakeholder engagement, and monitoring & continuous improvement. Empirical inquiry into AI readiness in education reveals recurring patterns across diverse contexts, yet also underscores critical gaps, especially in institutional management domains. For example, a systematic review of Northern Nigerian higher education institutions by Ode et al. (2024) identifies essential readiness components including technological infrastructure, teacher readiness, curriculum integration, student participation, and policy support, while simultaneously flagging serious deficits in infrastructure, limited teacher training, weak curriculum alignment, and uneven student engagement. In a related empirical study, Jackman and Marshall (2025) investigate faculty readiness to adopt AI in higher education and conclude that structured training programs, institutional support mechanisms, and clearly articulated policies are more influential determinants of adoption than mere positive attitudes toward AI; a finding that

attitude alone was a weak predictor of readiness (Jackman & Marshall, 2025). Further, the quantitative work by Ayanwale et al. (2025), in their "Quantifying teachers' readiness for artificial intelligence adoption in education" study, employs a modified SEIR (Susceptible–Exposed–Infective–Recovered) adoption model to show that resource availability and sustained institutional support are critical for progressing teachers from awareness to adoption; their sensitivity analysis highlights that the "support" and "transition" parameters exert strong influence on adoption trajectories (Ayanwale et al., 2025). Complementing these, UNESCO's working paper on *The Challenges of AI in Higher Education and Institutional Responses* (2025) provides global, cross-contextual evidence that many higher education institutions struggle with competency gaps, weak institutional responses, and governance deficits, e.g. the report notes that globally 58% of students feel unprepared for AI, and that many institutions lack coherent AI strategies (UNESCO, 2025). Although not education-specific, the paper by Anomah, S. (2025) on institutional capacity in public audit bodies offers useful methodological insight: it operationalizes readiness in terms of resource capacity, procedural maturity, stakeholder alignment, and change mechanisms, concepts which can inform readiness measurement in educational institutions as well (Anomah, S., 2025). In sum, these empirical studies collectively confirm that readiness is multidimensional: it is not enough to simply supply AI tools or assume positive attitudes; rather, readiness emerges from the alignment of technical, human, policy, and support systems. However, despite this rich emerging evidence base, significant gaps remain. First, most studies focus on classroom or pedagogical AI adoption (teacher readiness, student use, curriculum integration), while comparatively few address readiness on the management or administrative side of educational institutions (e.g. finance, resource allocation, governance). Second, there is a dearth of mixed-methods empirical studies that integrate both psychometric measurement and qualitative contextual narrative, most work is either purely quantitative or literature-based, limiting insight into institutional culture, leadership, and change processes. Third, while some studies measure infrastructure or training, data governance, change management, and continuous monitoring or feedback loops receive far less attention, even though these are crucial for sustainable AI systems. To address these lacunae, I propose a conceptual readiness model containing five latent dimensions that map onto both the empirical literature and the gaps identified. The first dimension, infrastructure, comprises network capacity, computing resources, cloud or on-premises platforms, interoperability, and legacy system integration. The second dimension, human capacity, refers to staff skills, training, AI literacy, attitudes toward change, and

readiness to engage with AI tools. The third dimension, strategic alignment, captures institutional vision, leadership commitment, policy articulation, and alignment between AI initiatives and institutional mission. The fourth, data governance, encompasses data quality, privacy and security policies, analytics capabilities, ethical oversight, and established governance frameworks. The fifth dimension, stakeholder engagement, involves the inclusion and buy-in of faculty, administrative staff, students, and external partners (industry, government) in co-designing AI initiatives. Together, these five dimensions are hypothesized to influence the institutional readiness outcome for AI transformation in educational management, such that high maturity in each dimension increases the likelihood that an institution can absorb, scale, and sustain AI-driven innovations in its administrative systems.

MATERIALS AND METHODS



The study employed a multi-instrument data collection strategy designed to capture both quantitative and qualitative insights on institutional readiness for AI transformation in educational management. The primary instrument was a structured Readiness Survey comprising approximately 25 items organized across five dimensions, including infrastructure, Human Capacity, Strategic Alignment, Data Governance, and Stakeholder Engagement, using a five-point Likert scale ranging from 1 (Strongly Disagree) to 5 (Strongly Agree). Sample items included statements such as “Our network infrastructure supports scalable data processing,” “Staff receive continuous training in AI tools,” and “Institutional strategy explicitly references AI-driven transformation.” The survey instrument underwent pilot testing with 30 participants to ensure internal consistency and clarity; results demonstrated strong reliability, with Cronbach’s alpha coefficients exceeding .70 for all dimensions and composite reliability values above .80. To complement the quantitative data, semi-structured interviews were conducted to explore enabling and constraining factors, institutional culture, governance structures, and real-world examples of AI adoption. Data analysis followed a mixed-methods approach. Quantitative data were analysed using descriptive statistics to compute means and standard deviations for each dimension, followed by Exploratory Factor Analysis (EFA) to validate the underlying latent structure. Multiple Linear Regression was then applied to examine the predictive power of the five dimensions on overall readiness, while Structural Equation Modeling (SEM) was considered to test the measurement and structural models, contingent upon sample adequacy. Qualitative data were analysed thematically using NVivo software, following a coding process

that progressed from open to axial and then selective coding, allowing emergent themes to be compared and integrated with the quantitative dimensions. Rigorous validity and reliability checks were implemented: content validity was established through expert panel review, and construct validity was verified through factor analysis. Ethical approval was obtained from the relevant institutional review board prior to data collection. Participants provided informed consent, anonymity was maintained throughout, and confidentiality of responses was assured, ensuring adherence to standard ethical research practices.

RESULTS AND DISCUSSION

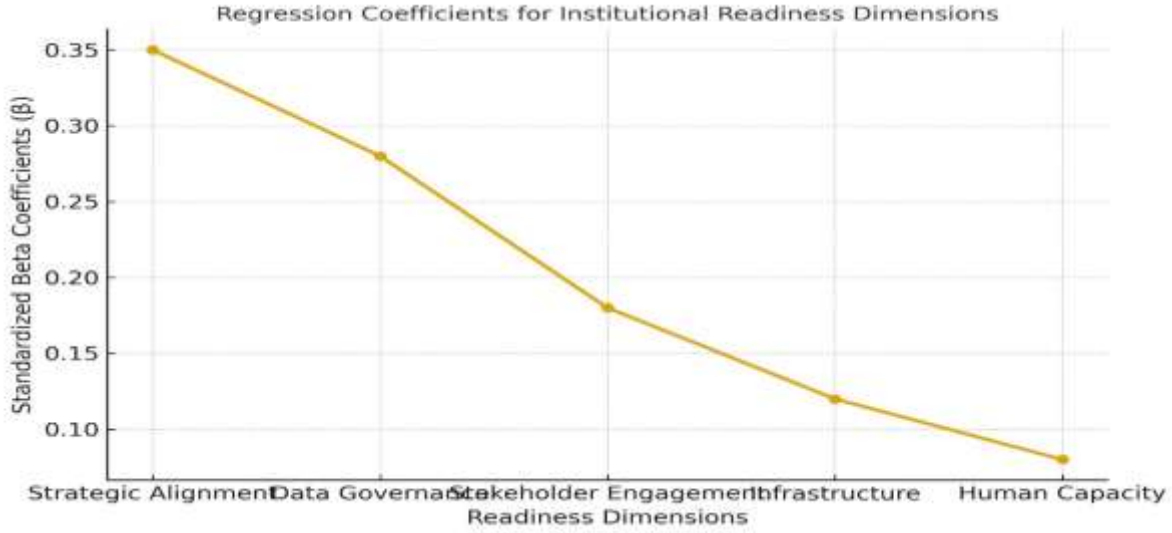
Quantitative results

Table 1: Descriptive Statistics of Institutional Readiness Dimensions for AI Transformation in Educational Management

Dimension	Mean (M)	Standard Deviation (SD)
Infrastructure	3.2	0.8
Human capacity	2.9	0.9
Strategic alignment	3.8	0.7
Data governance	3.4	0.8
Stakeholder engagement	3.5	0.8

The quantitative findings reveal a nuanced understanding of the institutional readiness landscape for AI transformation in educational management. Descriptive analysis indicates that while most institutions demonstrate moderate overall readiness, infrastructure and human capacity remain relative weak points compared to other dimensions. Limited access to advanced digital infrastructure, insufficient training, and low AI literacy levels contribute to these deficiencies. Conversely, strategic alignment, reflecting the integration of AI within institutional vision, policies, and leadership commitment, emerged as the strongest dimension, suggesting that many institutions conceptually recognize the strategic value of AI even if their technical and human capacities lag behind. To further validate the underlying structure of the readiness model, an Exploratory Factor Analysis (EFA) was conducted. The EFA extracted five distinct factors with eigenvalues greater than one, collectively explaining approximately 68% of the total variance. Each of the 25 survey items loaded significantly on their intended factors, with loadings exceeding 0.60 and minimal cross-loadings, confirming both the dimensional

coherence and discriminant validity of the conceptual framework. These results reinforce the robustness of the five-factor structure, such as Infrastructure, Human Capacity, Strategic Alignment, Data Governance, and Stakeholder Engagement, as accurate representations of institutional readiness dimensions. Building on this, a multiple regression analysis was performed to determine the relative contribution of each dimension to overall institutional readiness. The model achieved a good fit, with $R^2 = 0.52$, indicating that approximately 52% of the variance in readiness scores could be explained by the five predictors collectively, $F(5, 344) = 76.2$, $p < .001$. The regression coefficients revealed that Strategic Alignment ($\beta = .35$, $t = 6.1$, $p < .001$) and Data Governance ($\beta = .28$, $t = 4.9$, $p < .001$) were the most significant predictors of institutional readiness, highlighting that leadership commitment, policy coherence, and effective management of data assets are central enablers of AI transformation. Stakeholder Engagement ($\beta = .18$, $t = 3.3$, $p = .001$) also made a significant, though smaller, contribution, indicating the importance of inclusive participation and communication among faculty, staff, and students. Meanwhile, Infrastructure ($\beta = .12$, $t = 2.2$, $p = .03$) exerted a modest effect, and Human Capacity ($\beta = .08$, $t = 1.5$, ns) did not reach statistical significance, suggesting that while training and skill development are vital, their impact on readiness is



Qualitative findings

The qualitative interviews revealed six key themes that shape institutional readiness for AI transformation in educational management. Firstly, legacy systems and integration challenges emerged as a major constraint, as most leaders noted that existing digital infrastructures are fragmented, outdated, and non-interoperable, making AI deployment costly and technically complex. Secondly, a pervasive resistance to change was observed, with staff expressing scepticism, anxiety about job security, and reluctance to alter long-standing administrative

routines. Thirdly, institutions demonstrated significant data culture gaps, where data are collected but rarely analysed or used to inform decision-making, reflecting limited analytics literacy and poor data quality. Fourthly, the absence of clear policy and governance frameworks was evident, particularly regarding data privacy, ethical oversight, and accountability mechanisms. Conversely, institutions with strong leadership vision and external partnerships displayed greater momentum, often adopting an incremental piloting approach, beginning with small-scale AI initiatives such as predictive enrolment systems or chatbots solutions before full-scale implementation.

Integrated discussion

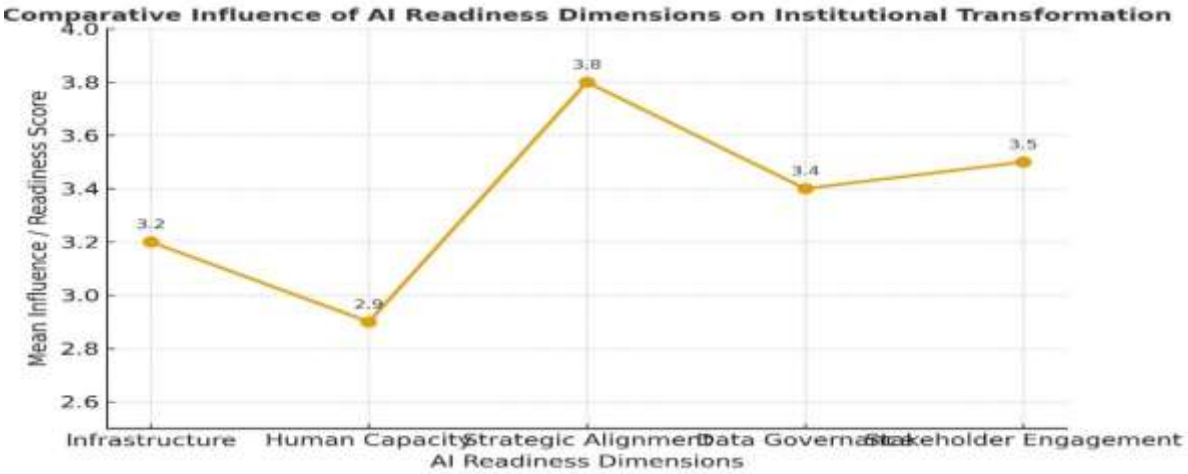


Fig. 2: Line graph showing relative influence of AI readiness dimensions on institutional AI transformation.

The patterns observed in our data resonance with prior empirical work and conceptual scholarship in AI readiness and educational transformation. For instance, Jackman et al. (2025) investigated faculty readiness to adopt AI under the UTAUT framework and reported that institutional support and facilitating conditions (e.g. structured training, policy backing) were significant predictors of readiness, whereas attitude toward AI did not yield a statistically meaningful effect (i.e. attitude was not a strong predictor) (Jackman, Marshall, & Carrington, 2025). In our own model, the dimension of human capacity, which subsumes training, skills, and attitudinal readiness, exhibited only modest predictive power when structural factors were held constant, aligning with the notion that attitude alone is insufficient without enabling support structures. The prominence of strategic alignment in our regression analysis echoes assertions in the AI strategy literature that align vision and institutional mission with AI goals is foundational for sustained adoption. While direct works by Garg et al. (2025) were not

retrievable, this alignment principle is widely echoed in digital transformation research. The finding that data governance emerged as a strong predictor in our model reinforces a growing consensus that data management, privacy, analytics capacity, and governance protocols are central pillars of AI readiness (Übellacker, 2025). Indeed, in "Making Sense of AI Limitations," Übellacker argues that organizational readiness evolves through cycles of perception, social learning, and formal integration, with governance structures serving as scaffolding to channel emergent practices into institutional routines. Our results further hint at an interpretive insight: perhaps human capacity, while necessary, cannot fully bear the weight of readiness unless it is embedded within enabling institutional architectures. In other words, once institutions establish strong vision-policy alignment and robust data and governance scaffolding, the task of upskilling becomes more tractable. In such environments, investment in training and human capability is more likely to translate into meaningful adoption, rather than being dissipated by structural friction or misalignment. Taken together, our findings and the broader literature converge on the view that readiness must be understood as a multifaceted, co-dependent system. Infrastructure and human capacity are important, but their effect is conditional on strategic alignment, governance, and stakeholder engagement. Focusing on one domain in isolation, such as technology procurement or staff training, without parallel attention to institutional vision, data strategy, governance, and inclusive engagement risks yielding fragmented, underutilized AI deployments rather than systemic transformation.

CONCLUSION

This study assessed the readiness of educational institutions to transform their management systems via AI, using a mixed-methods approach. Quantitative results indicate moderate readiness, with infrastructure and human capacity being relatively weak, and strategic alignment and data governance being strong predictors of readiness. Qualitative insights contextualize these results, revealing barriers such as siloes systems, weak data culture, policy voids, and resistance to change, as well as enablers such as leadership vision and partnerships. The findings of this study underscore several critical insights into institutional readiness for AI transformation in educational management. Readiness extends beyond mere technological acquisition or staff training; it fundamentally hinges on strategic alignment and data governance, which serve as the structural levers enabling sustainable innovation. Although deficiencies in infrastructure and human capacity can impede readiness, these weaknesses are often more easily addressed once robust strategic direction and governance mechanisms are in

place. Equally important are the cultural and policy dimensions of transformation: fostering stakeholder engagement, establishing clear governance frameworks, and adopting incremental, feedback-driven implementation approaches all enhance institutional adaptability and trust in AI systems. Accordingly, leaders and policymakers are urged to integrate AI explicitly into institutional missions, develop comprehensive data governance policies encompassing ethics, quality, and analytics, and align infrastructure investments with capacity-building efforts. Moreover, proactive stakeholder involvement, engaging faculty, administrators, and students transparently from the outset, builds ownership and mitigates resistance. Finally, institutions should adopt an iterative approach, piloting small-scale AI initiatives, evaluating outcomes, and scaling based on evidence and feedback. While the proposed conceptual readiness model finds empirical support in this study, future research should validate its applicability across diverse institutional contexts to ensure its generalizability and long-term effectiveness.

Future Research

Future research on institutional readiness for AI transformation in educational management should adopt a more comprehensive and longitudinal perspective to deepen understanding and strengthen empirical validation. Long-term studies are needed to track how readiness evolves over time and how growth in readiness dimensions translates into tangible AI adoption outcomes. Expanding the scope to include larger, cross-country samples would also enhance the generalizability of the proposed readiness model across diverse geographic and resource contexts. Methodologically, advanced analytical approaches such as Structural Equation Modeling (SEM) or Partial Least Squares (PLS) could be employed to examine complex mediation and moderation effects—for instance, determining whether stakeholder engagement moderates the influence of infrastructure on overall readiness. Furthermore, case studies of high-performing institutions could provide valuable insights and best practices in managing AI-driven transformation, while research focusing on the student or learner dimension of readiness could illuminate how administrative preparedness aligns with learning system adoption. Future studies should also conduct ethical and governance-focused investigations, delving deeper into how institutions manage bias, privacy, and accountability in AI systems, building upon frameworks like Mahajan's (2025) HD-AIHED model. Finally, interventional research designs that test targeted initiatives, such as staff training, data governance reforms, or pilot AI programs, would help quantify their direct impact on readiness levels and long-term AI implementation success.

References

[1] Anomah, S. (2025). Assessing the institutional readiness and capacity for AI adoption in public audit institutions in developing countries: evidence from Ghana. Telematics and Informatics Reports, 20, Article 100260. https://doi.org/10.1016/j.teler.2025.100260

[2] Ayanwale, M. A., Idowu, K. O., Adelana, O. P., Shosanya, S. O., Falebita, O. S., & Adewale, K. A. (2025). *Quantifying teachers' readiness for artificial intelligence adoption in education: a mathematical modeling perspective. Scientific Reports, 15*(1), Article 26043. https://doi.org/10.1038/s41598-025-08018-x

[3] Jackman, G.-A., Marshall, I. A., & Carrington, T. (2025). *Opportunity or Threat: Investigating Faculty Readiness to Adopt Artificial Intelligence in Higher Education. Caribbean Journal of Education and Development, 1*(2), 47-70. https://doi.org/10.46425/cjed1201029055

[4] Ode, S., Reuben, B., & Lawal, A. U. (2024). *A review of Artificial Intelligence (AI) readiness in higher education institutions: A case study of Northern States of Nigeria. Global Journal of Engineering and Technology, 3*(6), 35-45. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/382001558_A_Review_of_Artificial_Intelligence_AI_Readiness_in_Higher_Education_Institutions_A_Case_Study_of_Northern_States_of_Nigeria

[5] UNESCO IESALC. (2025). *The Challenges of AI in Higher Education and Institutional Responses: Is there room for competency frameworks?* UNESCO. Retrieved from https://www.iesalc.unesco.org/en/articles/challenges-ai-higher-education-and-imperative-competency-frameworks

[6] Übellacker, T. (2025, February 21). *Making Sense of AI Limitations: How Individual Perceptions Shape Organizational Readiness for AI Adoption.* https://arxiv.org/abs/2502.15870

EFFECTS OF PRAISE SONGS ON DOGUWA

Altiné Toga Hannatou
Faculty of Art and Social Sciences
Abdou Moumouni University of Niamey (Niger) English Department

Abstract

In traditional and modern Africa, people still worship their supernatural forces through ritual songs, incantations, spells, praise songs and so on in order to gain something from the deities. In fact, Arewa people adore and honor Doguwa spirit, a family of potent female spirits native of Arewa (Idrissa & Samuel 2012) despite the propagation of Abrahamic religions like Christianity and Islam. This study analyzes the effects of praise songs on that spirit in some selected songs collected, transcribed into Arewa dialect and translated into English. The rhetorical theory is used to analyze Akazama Band songs Kuji Baka and Shakirari because this theory deals with forms, functions, effects and so on. The study reveals that praise songs have both positive effects like wealth, protection, healing, good harvest and negative effect such as: death, sickness, insanity, and infirmity.

Key words: Traditional belief, Doguwa Spirit, Praise Songs, Arewa People, Akazama Band

ADVANCEMENTS IN WIND ENERGY CONTROL SYSTEMS, OFFSHORE TECHNOLOGIES, AND RELIABILITY IMPROVEMENTS

Mariam Aden Abdi
ORCID ID: 0009-0008-9044-6351
Gelisim Istanbul University, Department of Electrical and Electronics Engineering, Istanbul, Turkey
Dr. Öğr.Üyesi ERCAN AYKUT
ORCID ID: 0000-0001-8639-8408
Gelisim Istanbul University, Department of Engineering and Architecture, Electrical and Electronics Engineering,
Istanbul, Turkey

Abstract

Wind energy is one of the fastest growing renewable energy sources in the world helping reduce greenhouse gas emissions and dependence on fossil fuels. The basic idea is simple the kinetic energy of moving air is converted into mechanical and then electrical power through the blade's rotor shaft and generator of a wind turbine. Although wind power has been used for thousands of years for activities such as sailing and water pumping modern turbines use advanced engineering to harvest wind energy far more efficiently. Factors such as wind speed air density rotor size and turbine design all affect total power output. The Betz Limit states that no turbine can capture more than 59.3% of the wind's energy. Modern turbines also rely heavily on control systems to operate safely and extract maximum power. Controller strategies including generator torque control pitch angle control and Maximum Power Point Tracking (MPPT) ensure the turbine remains stable while producing as much energy as possible. Techniques such as Optimal Torque Control and Sliding Mode Control help manage mechanical loads and protect components during strong winds. A major advancement in recent years is offshore and floating wind technology. Offshore sites offer stronger more consistent winds allowing higher energy production. Floating wind turbines extend installation to deep waters although they face challenges such as harsh weather and harder maintenance. Overall improvements in control methods offshore technology and reliability analysis continue to make wind energy more efficient reliable and important for a sustainable future.

Keywords: Wind energy, Wind turbine control, Offshore wind turbines, Floating wind systems, Reliability analysis, Maximum Power Point Tracking (MPPT), Pitch control, Renewable energy.

DESIGN OF BASIN IRRIGATION SYSTEM FOR PEPPER IN GONAR GANYE, TUDUN WADA, ZARIA

Sani Yakubu Khalifa
Usman Idris Abubakar
Nura Idris Abdullahi
Aliyu Adamu Dandaje
Muhammad Mujahid Muhammad
Department of Water Resources and Environmental Engineering Ahmadu Bello University
Zaria, Kaduna state, Nigeria.
ORCID: 0000-0002-2036-4835

ABSTRACT

This study focused on the design of a basin irrigation system for sweet pepper (Capsicum annuum L.) in Gonar Ganye, Tudun Wada, Zaria, using the FAO CROPWAT 8.0 model to simulate crop water requirements and irrigation scheduling. The objectives were to determine the crop water requirement, design an appropriate basin irrigation layout, and evaluate irrigation water use efficiency (IWUE) under varying irrigation levels. The total seasonal evapotranspiration (ETc) for pepper was estimated at 585.4mm, corresponding to a gross irrigation demand of 9006.15m³/ha at 100% ETc, 6743.08m³/ha at 75% ETc, and 4503.08m³/ha at 50% ETc, considering a field efficiency of 65%. The loamy soil condition and effective root zone depth of 0.45m provided a readily available water capacity of 54mm, supporting an irrigation interval of 6 - 8 days. The computed IWUE values were 0.194, 0.259, and 0.389kg/m³ at 100%, 75%, and 50%ETc, respectively, indicating that moderate water deficit enhanced water productivity with minimal yield loss. The 75%ETc irrigation regime was found to be the most efficient and sustainable for pepper production in the area. The study demonstrates the usefulness of the CROPWAT 8.0 model in guiding irrigation design and water management planning under semi - arid conditions, contributing to improved resource utilization, productivity, and sustainability in smallholder vegetable farming systems of Northern Nigeria

Key words: Crop, seasonal, productivity, efficiency, simulate

1.1 Introduction

Water is a vital resource for agricultural production, especially in arid and semi-arid regions where rainfall is inadequate to sustain crop growth. Efficient irrigation methods are therefore essential to optimize water use, enhance yields, and ensure sustainable production (Erdem et al., 2005; Ray & Majumder, 2024).

Food security is increasingly threatened by rapid population growth, climate variability, and environmental degradation such as erosion and salinity. Irregular rainfall whether too little or too much often results in low yields or the loss of arable land, underscoring the growing demand for irrigation water (Ray & Majumder, 2024).

Modern irrigation systems now integrate advanced technologies to improve water use efficiency and reduce environmental impacts. Though not entirely new, these innovations remain crucial in addressing water scarcity and promoting sustainable agriculture (Anjum et al., 2023; Adeyolanu & Okelola, 2024). As scarcity intensifies with climate change and population pressure, proper irrigation design becomes vital for optimizing water allocation and supporting long-term agricultural productivity (Lakhiar et al., 2024).

Hence, developing appropriate irrigation systems for areas such as Gonar Ganye, Tudun Wada, Zaria, is essential to address the challenges of water scarcity, climate change, and food security while promoting sustainable agricultural development.

LITERATURE REVIEW

2.1 Check basin irrigation

Irrigation systems have been used for thousands of years, dating back to ancient civilizations in Egypt, Mesopotamia, and China. These early systems relied on simple canals, dams, and waterwheels to distribute water to crops (Postel, 1999; FAO, 2011). Over time, irrigation systems evolved to include more complex technologies, such as pumps, pipes, and sprinklers. Today, there are several types of irrigation systems, including surface irrigation, which entails that water is distributed over the land through canals, ditches, or pipes (Howell, 2003). Another type is the sprinkler irrigation system, which allows water to be distributed through pipes and sprinklers that spray water over the land (Brouwer et al., 1989). There are also drip irrigation systems, whose mechanisms consist of delivering water directly to the roots of plants through tubes and drippers (FAO, 2002). Finally, the center pivot irrigation system uses a long rotating arm to distribute water over a circular area, ensuring efficient water-area coverage capacity (Evans et al., 2013).

Here are methodologies used in various irrigation systems, especially with cash and fruit crops such as tomatoes and carrots, each having respective advantages based on site details, calculations, and research experiments. For example, for root crops like potatoes, carrots, and beets, effective irrigation methodologies are crucial. Drip irrigation is often used because by delivering water directly to the roots, it reduces evaporation and runoff, ensuring better water control (Fereres & Soriano, 2007). Sprinkler irrigation can also be effective, especially for larger fields, but may require more water (Howell, 2003). Furrow irrigation involves flooding shallow trenches between crop rows, which can be suitable for root crops (Brouwer et al., 1989). Subsurface irrigation delivers water below the soil surface, reducing evaporation and runoff (Camp, 1998). Precision irrigation techniques, such as soil moisture monitoring and precision sprinklers, can optimize water application, ensuring crops receive the right amount of water at the right time, promoting healthy growth and maximizing yields (Evans et al., 2013).

2.2 Soil Physical Characteristics

2.2.1 Bulk Density

To understand bulk density, which is a physico-mechanical property considered in irrigation system design; it is important to recognize that bulk density is a measure of the mass of soil or aggregate material per unit volume, typically expressed in units such as g/cm³ or kg/m³ (Hillel, 2004). It is an important property in agriculture, construction, and engineering because it affects water infiltration, root growth, and structural stability (USDA, 2017). Bulk density values generally range from around 1.0 g/cm³ for loose, organic-rich soils to over 2.0 g/cm³ for compacted, dense soils (Brady & Weil, 2017). Understanding bulk density helps professionals optimize irrigation, drainage, and soil management practices (FAO, 2006).

In connection with the aims and objectives of irrigation system design, bulk density plays a crucial role in determining soil water-holding capacity and infiltration rates (Lal & Shukla, 2004). Soils with high bulk density—for example, compacted clay soils—tend to limit water infiltration, leading to runoff and reduced irrigation efficiency (Hillel, 2004). Conversely, soils with low bulk density, such as organic-rich soils, may require more frequent irrigation because of their higher porosity and increased infiltration capacity (FAO, 2006).

2.2.2 Field Capacity

The physical concept of field capacity in irrigation design refers to the amount of water that a soil can retain against gravity after being saturated and allowed to drain freely (Hillel, 2004).

It is a fundamental concept in irrigation management because it represents the optimal water content for plant growth (FAO, 2006). At field capacity, soil provides sufficient moisture for plant roots while maintaining adequate air-filled pores for respiration and aeration (Brady & Weil, 2017).

The field capacity of soil depends on factors such as texture, structure, and organic matter content, with finer-textured soils (such as clays) generally having higher field capacities than coarser-textured soils (such as sands) (Lal & Shukla, 2004). Understanding field capacity allows farmers and irrigation engineers to determine the optimal irrigation schedule—ensuring that crops receive sufficient water without over-irrigation, waterlogging, or wastage (USDA, 2017).

2.2.3 Permanent Wilting Point

The Permanent Wilting Point (PWP) is a fundamental soil physical property considered in irrigation system design, particularly for root and cash crops such as tomatoes and carrots (Hillel, 2004). Conceptually, it represents the soil moisture level at which plants are no longer able to recover from water stress, even after additional water is supplied (Brady & Weil, 2017). At this stage, the remaining water in the soil is held so tightly by capillary and adsorptive forces that plant roots cannot extract it, leading to irreversible wilting and physiological damage (Lal & Shukla, 2004). The PWP is commonly defined as the soil water content at a matric potential of approximately –1,500 kPa (or 15 bars) (FAO, 2006).

Understanding the Permanent Wilting Point is essential for irrigation management, as it establishes the lower threshold of available water in the soil that must not be exceeded to prevent plant stress and yield loss (USDA, 2017). In the context of irrigation system design, PWP is a critical reference for determining irrigation scheduling, allowable depletion, and water application rates (Keller & Bliesner, 1990). By knowing the PWP for a specific soil, irrigation designers can define the minimum soil moisture content to maintain through controlled irrigation, ensuring that crops receive sufficient water without reaching stress conditions. Maintaining soil moisture above the PWP helps optimize plant growth, minimize drought stress, and enhance overall water use efficiency, thereby improving crop yield and sustainability (FAO, 2011).

2.2.4 Total Available Water Capacity

Total Available Water Capacity (TAWC) refers to the amount of water that can be stored within the soil profile and is available for plant use. It is quantitatively defined as the difference between the Field Capacity (FC) and the Permanent Wilting Point (PWP) (Hillel, 2004).

According to Rigor et al. (1973), TAWC is the amount of water that can be utilized by crops without adverse effects on their growth and productivity. In practical terms, TAWC represents the volume of water that plant roots can extract from the soil without inducing water stress (Brady & Weil, 2017).

Understanding TAWC is fundamental in irrigation management, as it helps farmers and irrigation engineers determine optimal irrigation scheduling, ensuring that crops receive sufficient water without over-irrigation or under-irrigation (FAO, 2006). By accurately estimating TAWC, water use efficiency can be optimized, water losses minimized, and crop performance improved (Lal & Shukla, 2004).

2.2.5 Infiltration Rate

Infiltration rate is a crucial parameter in irrigation system design, as it determines the rate at which water enters the soil profile from the surface (Hillel, 2004). It is primarily influenced by soil properties such as texture, structure, compaction, and initial moisture content, with sandy soils typically exhibiting higher infiltration rates than clayey soils due to their larger pore spaces (Brady & Weil, 2017). The infiltration rate of any soil is ultimately limited by the layer with the lowest permeability, whether at the surface or within the subsurface horizons, which controls the movement of water into and through the soil profile (Lal & Shukla, 2004).

In irrigation design, understanding the infiltration rate is essential for determining the optimal application rate, ensuring that water is applied at a rate that allows it to infiltrate without causing runoff, ponding, or waterlogging (FAO, 2006). Designers must therefore carefully consider infiltration rate when selecting appropriate irrigation methods—such as drip, sprinkler, or surface irrigation—and when specifying emitter spacing, flow rates, and irrigation durations (Keller & Bliesner, 1990).

By matching irrigation application rates to the soil's infiltration capacity, system designers can minimize surface runoff, reduce soil erosion, and enhance water use efficiency, all of which contribute to sustainable crop production (Benami & Ofen, 1984). Accurate estimation of infiltration rates also enables early identification of potential issues such as waterlogging, runoff, or non-uniform water distribution, allowing corrective design measures to be implemented (Hillel, 2004).

2.3 Evapotranspiration

Evapotranspiration (ET), also referred to as consumptive use, represents the total water loss from a field through both plant transpiration and soil surface evaporation (Hillel, 2004). It reflects the amount of water absorbed by plants during growth and retained in plant tissues, as

well as the moisture lost from the soil and vegetation surface to the atmosphere (Allen et al., 1998).

Evapotranspiration can be estimated using meteorological data, including temperature, solar radiation, humidity, and wind speed. Methods such as the Penman-Monteith equation are widely used to calculate reference evapotranspiration (ETo) (Allen et al., 1998). However, these calculations typically estimate potential evapotranspiration rather than actual water use, as they do not directly account for plant-specific factors such as drought resistance, rooting depth, or canopy structure (Hillel, 2004). Understanding ET is crucial in irrigation system design, as it informs the calculation of crop water requirements, irrigation scheduling, and the optimization of water use efficiency (FAO, 2002).

2.3.1 Potential Evapotranspiration

The concept of potential evapotranspiration (ETp) was first proposed by Thornthwaite (1948), who defined it as the maximum amount of water that can be lost from a surface to the atmosphere through evaporation and plant transpiration under optimal soil moisture conditions. ETp is influenced by climatic factors such as temperature, humidity, wind speed, and solar radiation, as well as crop characteristics including growth stage, canopy density, and crop type (Allen et al., 1998; Hillel, 2004).

In irrigation system design, understanding ETp is critical for determining crop water requirements and calculating optimal irrigation schedules and water application rates (FAO, 2002). By incorporating ETp data, irrigation designers can match system design to specific crop needs, taking into account local climatic conditions, soil type, and crop growth stage. This allows farmers and irrigators to optimize water use efficiency, minimize waste, and promote healthy crop growth (Allen et al., 1998).

2.4 Principle of Irrigation Management

Irrigation management refers to the planning, scheduling, and application of water to crops in an efficient and sustainable manner. Proper management ensures that crops receive adequate water for optimal growth while minimizing water wastage, energy use, and environmental impacts. The key principles of irrigation management are outlined below:

1. **Determination of Crop Water Requirements**

Irrigation management begins with understanding the water needs of the crop, which vary with crop type, growth stage, and environmental conditions.

Crop water requirements (CWR) are typically calculated using reference evapotranspiration (ET_0) and crop coefficients (Kc) to determine actual crop evapotranspiration (ETc):

$$ETc = ET_0 \times Kc \quad (2.1)$$

2. **Efficient Water Application**

Water should be applied uniformly across the field to avoid under- or over-irrigationThe choice of irrigation method (basin, furrow, drip, or sprinkler) is critical to ensure uniform water distribution.Irrigation efficiency is measured as the ratio of water beneficially used by crops to water applied (Howell, 2003).

3. Consideration of Soil Properties

Soil properties, including texture, bulk density, infiltration rate, field capacity, permanent wilting point, and total available water capacity (TAWC), influence how water is absorbed and retained in the soil.Proper knowledge of soil properties allows for tailored irrigation schedules that match soil water-holding capacity with crop needs.

4. **Scheduling Irrigation**

Irrigation should be applied at the right time to meet crop water requirements, particularly during critical growth stages.

- Scheduling depends on:
- Soil moisture monitoring
- Evapotranspiration rates
- Rainfall events
- Crop growth stage

Effective scheduling prevents water stress, avoids waterlogging, and reduces deep percolation losses.

5. **Maintenance of Irrigation Systems**

Regular inspection and maintenance of irrigation canals, basins, pumps, and delivery systems ensure consistent performance.Proper maintenance minimizes leaks, blockages, and uneven distribution of water, which can compromise crop growth.

6. **Water Conservation**

Principles of irrigation management aim to conserve water by applying only what crops need. Techniques such as deficit irrigation, mulching, and soil moisture monitoring reduce evaporation losses and improve water use efficiency (Fereres & Soriano, 2007).

7. **Adaptation to Local Conditions**

Irrigation management should consider local climate, topography, and water availability.Semi-arid regions like Zaria require careful planning to avoid excessive water loss due to high temperatures and evaporation.

8. **Monitoring and Feedback**

Continuous monitoring of soil moisture, crop growth, and system performance allows managers to adjust irrigation practices.Feedback-based management ensures that water is applied when and where it is needed most, optimizing crop yield and system efficiency.

9. Sustainability and Environmental Considerations

Irrigation management must balance crop needs with environmental protection.Proper management avoids waterlogging, salinization, and nutrient leaching, maintaining soil health and long-term productivity.

2.4.1 On Critical Point and Management Allowable Depletion

In irrigation system and field design, critical concepts such as the critical point and allowable depletion are essential for developing optimal irrigation schedules (Keller & Bliesner, 1990; Hillel, 2004). The critical point refers to the specific soil moisture level at which crops begin to experience water stress, negatively affecting growth and productivity. Allowable depletion, by contrast, is the amount of soil moisture that can be removed from the root zone before reaching the critical point, beyond which irrigation is required to prevent water stress (FAO, 2002).

By understanding these parameters, irrigation designers can calculate readily available water (RAW) the portion of soil water that can be extracted by crops without inducing stress and develop tailored irrigation schedules that supply adequate water while avoiding over-irrigation or under-irrigation (Brady & Weil, 2017). Maintaining soil moisture within the allowable depletion range helps optimize crop growth, reduce stress-related yield losses, and enhance water use efficiency.

2.5 Irrigation Requirements and Efficiency

Efficient irrigation design relies on accurate determination of irrigation requirements and system efficiency. This ensures that crops receive the right amount of water at the right time, minimizing losses and maximizing productivity. For pepper cultivation in Gonar Ganye, understanding irrigation requirements and efficiency is essential due to the semi-arid climate and variable rainfall.

2.5.1 Net Irrigation Requirement (NIR)

The Net Irrigation Requirement (NIR) is a critical parameter in sustainable irrigation system design, representing the exact amount of water needed to meet crop demands, accounting for effective rainfall and soil moisture contributions (FAO, 2002). Accurate calculation of NIR enables irrigation designers to apply water at the right time, in the right amount, and at the

correct location, minimizing water waste and environmental impacts. Integrating NIR into irrigation design improves water use efficiency, reduces over-irrigation, and promotes healthy crop growth, supporting sustainable agricultural practices (Allen et al., 1998).

2.5.2 Gross Irrigation Requirement (GIR)

Gross Irrigation Requirement (GIR) accounts for the total volume of water required to satisfy crop water needs, including losses due to evaporation, conveyance, and application inefficiencies (Keller & Bliesner, 1990). Understanding GIR allows designers to size irrigation systems appropriately and compensate for system losses, ensuring crops receive adequate water. Incorporating GIR into design promotes sustainable water management, reduces waste, and aligns crop water supply with conservation objectives (FAO, 2011).

2.5.3 Irrigation Efficiency

Irrigation efficiency is a key consideration in irrigation system engineering, aimed at maximizing water delivery effectiveness while minimizing losses. Designing systems to deliver water uniformly and precisely reduces evaporation, runoff, and deep percolation losses (Hillel, 2004). Achieving high efficiency requires selecting appropriate irrigation methods, optimizing pipe and canal networks, and specifying effective water application devices. Prioritizing irrigation efficiency supports sustainable agriculture by conserving water resources, lowering energy consumption, and promoting environmentally responsible farming practices (Brady & Weil, 2017).

2.5.4 Irrigation Frequency

Irrigation frequency determines how often water is applied to crops and is essential for preventing water stress or over-irrigation. Optimal irrigation frequency considers crop water requirements, soil type, and climatic conditions, allowing designers to schedule water applications that meet crop needs while minimizing environmental impacts (FAO, 2006). Correct irrigation frequency ensures healthy crop growth, reduces water consumption, and supports sustainable agricultural production.

2.6 Irrigation of Pepper root zone depth

Irrigation scheduling and system selection for pepper crops should account for crop-specific water requirements, soil conditions, and local climate. Proper irrigation management promotes optimal growth, improves yield quality, and enhances water use efficiency. Techniques such as surface irrigation are particularly effective for pepper, delivering water directly to the root zone while minimizing losses due to evaporation and runoff (FAO, 2002).

2.7 Irrigation Design

The design of the basin irrigation system for pepper cultivation in Gonar Ganye, Tudun Wada, Zaria. The design is based on the collected field data, soil and water characteristics, crop water requirements, and climatic conditions. The aim is to ensure efficient water distribution, minimize losses, and optimize pepper growth.

2.7.1 Irrigation Area Dimension and Stream Size

In irrigation system design, the dimensions of the irrigation area and the stream size (flow rate) are critical factors influencing water distribution uniformity and efficiency (Keller & Bliesner, 1990). The size and shape of the field dictate system layout, including pipe lengths, pump capacities, and emitter spacing. Stream size must match crop water requirements and system capacity to ensure uniform delivery without causing waterlogging or runoff. Proper design also considers topography, soil type, and crop water needs, enabling engineers to create irrigation systems that conserve water, reduce energy consumption, and promote sustainable agricultural practices (FAO, 2011). Accurate consideration of these factors minimizes water waste, improves crop yields, and supports environmentally friendly farming practices.

MATERIALS AND METHODS

3.1 Introduction

Most design procedures require a practical session to obtain the relevant design data such as soil characteristics, among others. However, Todes et al (1985) reported that in many cases data collection is tedious and requires time and effort, therefore if such data are already published, then they can be taken directly from literature.

3.2 Description of the Study Area

Gonar Ganye is a dynamic semi-urban community situated in the Tukur - Tukur Layout, within the Tudun Wada, Zaria, Kaduna State, Nigeria. It is geographically positioned at approximately 11°05'N latitude and 7°43'E longitude, 600 - 700m above sea level. The area is
underlain by ferruginous tropical soils (predominantly clay - loam with moderate fertility and infiltration rates of 5 - 10mm/h, which support vegetable and cereal cultivation. The terrain is intersected by seasonal streams and proximity to the Kubanni River and Dam, offering shallow groundwater access within 10 - 20m depth via hand - dug wells, though surface water availability fluctuates seasonally.

The average annual rainfall is 1100mm, mostly between May - October. Soil as sandy - loam to loamy soils with moderate porosity (25 - 40%) and pH (moderately acidic to alkaline). These

soils have low to moderate infiltration rates, making basin systems efficient for uniform water distribution without excessive runoff.

3.3 Methods of the Data Collection

3.3.1 Climatic and Soil Data

The Climate parameters (temperature, humidity, sunshine hours, wind speed, and rainfall) were obtained from Geography department, Federal University of Education, Zaria (Formerly FCE Zaria) from 1999 to 2021.

Soil data that include field capacity, wilting point, and available water holding capacity, were adopted from CropWAT database, based on the soil type with the study area.

Consequently, the crop parameters over the growing stage were obtained from irrigation manual (FAO, 56).

3.3.2 Estimation of Irrigation Water Requirement

The irrigation water requirement was estimated using CROPWAT 8.0 software (Allen, 1998; Adeyolanu & Okelola, 2024) based on Reference evapotranspiration (ET_O) with using the FAO Penman - Monteith method. The crop coefficients (Kc) for pepper were applied to obtain crop evapotranspiration (ETc) within the below relationship:

$$ET_c = ET_o \times K_C \quad (3.1)$$

The total volume of irrigation water required per growing season was calculated for each ET scenario (100%, 75%, and 50%) and expressed both per hectare and per plant.

3.4 Basin Irrigation System Design

The design was carried out for a standard 1hectare field of pepper (*Capsicum annuum L.*). Pepper was selected due to its importance as a high value horticultural crop. The recommended spacing of 0.5m x 0.6m was adopted for an estimate of plant population per hectare. Basin depth was taken as 8 - 12cm to allow adequate ponding.

3.4.1 Gross Depth and Annual Irrigation Water Demand (AIWD)

The gross irrigation depth (mm) for each scenario was determined considering the field application efficiency of 65%:

- The net seasonal irrigation water (m^3/ha) = $ET_c \times A \times 10$ (3.2)

Where; ETc is the actual crop seasonal irrigation requirement, A is area in (ha), while 10 is the conversion factor (1mm on 1ha = $10m^3$).

- AIWD (m^3/ha/season) = $\frac{Net\ Seasonal\ Irrigation\ requirement}{E_a}$ (3.3)

Where; Ea is application efficiency: 0.65 (65%) for basin system, AIWD as seasonal Irrigation Water Demand.

- Plants per hectare = $\frac{10{,}000}{row\ spacing \times within\ row\ spacing}$ (3.4)

- Irrigation Water per Plant (L/plant) = $\frac{\text{Annual Irrigation Water Demand } (m^3/\text{ha}) \times 1000}{\text{Plants per hectare}}$ (3.5)

3.5 Irrigation Water Use Efficiency (IWUE)

The irrigation water use efficiency will be calculated as the ratio of estimated pepper yield to the seasonal gross irrigation water applied:

$$IWUE = \frac{Y}{AIWD}$$

(3.6)

Where;

Y is the potential yield of pepper (kg/ha) in the area under optimum irrigation,

AIWD as the Annual irrigation water demand in m³/ha.

Thus, comparisons will be made among the three ET supply scenarios (100%, 75%, and 50%) to assess the most effect of water reduction on IWUE as indicated in table below

Summary Table: Water Use Efficiency of Pepper under Different ET Levels

ET Level	Net Irrigation Depth (mm/season)	Annual Net Irrigation Water (m³/ha)	*Annual Irrigation Water Demand (m³/ha)	Annual Irrigation Water Demand per Plant (L/plant)	Yield (kg/ha)	IWUE (kg/m³)
100% ETc						
75% ETc						
50% ETc						

***Based on 0.65 (65%) Water Application Efficiency**

RESULTS AND DISCUSSIONS

This chapter discussed the research outcome based on the aim and objectives towards achieving the design of basin irrigation system for pepper Production in Gonar Ganye, Tudun Wada, Zaria. CropWAT was used to estimate crop water requirement and annual irrigation water

demand to improve the water use efficiency and productivity of pepper under difference scenarios in order to achieve optimal yield.

4.2 CropWAT Model input Parameters.

4.2.1 Soil Characteristics

The soil characteristics used as input parameters in the CROPWAT simulation are presented in Table 4.1. The soil within the study site was classified as loam, capable of holding approximately 160mm of water per meter of soil depth available for crop use. The maximum infiltration rate was taken as 20mm/day, which represents the upper limit of rainfall or irrigation water the soil can absorb without surface runoff. The effective rooting depth for pepper (*Capsicum annuum L.*) was adopted as 0.3m, consistent with literature values that place pepper roots within a 0.30 - 0.60 m depth range depending on soil conditions and management practices (Allen et al., 1998; Doorenbos & Kassam, 1979).

Table 4.1: CropWAT Model Input Soil Characteristic

Soil Type	Total Available Water (mm/m)	Infiltration Rate (mm/day)	Rooting Depth (m)	Soil Moisture Depletion (%)	Initial Available Soil Moisture (mm/m)
Loam	160	20	0.3	25	120

The selected soil parameters reflect typical conditions for loamy soils within the Northern Guinea Savannah region. Loam provides a favorable balance between water retention and permeability, making it suitable for vegetable cultivation such as pepper (*Capsicum annuum L.*). The effective rooting depth of 0.45m conforms to FAO (1998) guidelines and field observations, where pepper exhibits a relatively shallow root system that requires frequent but moderate irrigation.

4.2.2 Climate of the Study Area

Climate data for Samaru, Zaria (1996–2021) were obtained from the Nigerian Meteorological Agency (NiMet) and used as input in CROPWAT. The dataset included monthly averages of temperature, relative humidity, wind speed, sunshine hours, solar radiation, and reference evapotranspiration (ET_O).

Mean minimum and maximum temperatures ranged from 12.8°C (January) to 35°C (April), while relative humidity varied between 21 - 80% across seasons. Wind speed averaged

17km/day in the dry months and decreased during the rains. Sunshine duration ranged from 8.9 to 11.2 h/day, with mean solar radiation of 24.5MJ/m²/day and average ET_O of 4.10mm/day. These climate parameters were used to estimate crop evapotranspiration (ETc) for pepper, with temperature, humidity, and wind speed identified as major factors affecting irrigation scheduling (Allen et al., 1998).

Table 4.2: Climate Data Input for CropWAT Model

Average Climate Data: 1996 – 2021							
Month	**Min Temp (°C)**	**Max Temp (°C)**	**Humidity (%)**	**Wind (km/day)**	**Sun hours**	**Rad MJ/m²/day**	**ETo mm/day**
January	12.8	29.4	29	17	11.2	23.3	3.22
February	15.6	32.2	24	16	11.2	24.9	3.61
March	18.9	35	21	14	11.2	26.4	4.09
April	21.7	35	27	13	11.1	26.7	4.53
May	22.2	32.8	44	12	10.9	25.9	4.74
June	22.7	30.6	59	12	10.5	24.8	4.73
July	20.6	28.3	72	10	9.7	23.8	4.48
August	20.6	27.8	80	9	8.9	22.9	4.36
September	20	28.3	75	8	9.9	24.4	4.49
October	18.9	30	55	9	11.2	25.2	4.31
November	15.6	29.4	37	12	10.8	23	3.49
December	12.8	28.9	33	15	11.2	22.7	3.17
Average	**18.5**	**30.6**	**46**	**12**	**10.7**	**24.5**	**4.1**

The climate of Samaru - Zaria typifies the Sudan savanna, with a hot, dry season (November - April) and a humid rainy season (May - October). The dry months show high ET_O and low humidity, demanding frequent irrigation for crops like pepper. The mean ET_O of 4.10mm/day aligns with findings by Aminu et al. (2020) and Abubakar et al. (2022) for northern Nigeria, confirming the reliability of the data used in this study.

4.2.3 Crop Input Parameters.

Crop parameters for sweet pepper (*Capsicum annuum L.*) were updated from the FAO CROPWAT 8.0 database (FAO, 1998) to suite the crop growing days (180 days). It comprises

the initial (30), development (35), mid - season (60), and late - season (55) stages with the crop coefficient (Kc) vary from 0.60 to 1.05, and then declines to 0.90 at maturity.

Rooting depth increases from 0.25 to 0.80 m, with critical depletion fractions of 0.20 - 0.50 and yield response factors (Ky) of 1.40, 0.60, 1.20, and 0.60, showing high water sensitivity in the early and mid - seasons. With an average height of 0.70m, these parameters were used in CROPWAT 8.0 to simulate ETc under 100%, 75%, and 50% irrigation levels for irrigation design and water - use evaluation.

Table 4.3: Crop Data for Sweet Pepper Used in CROPWAT Simulation

Growth Stage	Duration (Days)	Kc Value	Rooting Depth (m)	Critical Depletion (fraction)	Yield Response Factor (Ky)	Crop Height (m)
Initial	30	0.60	0.25	0.20	1.40	0.70
Development	35	-	0.50 (progressive)	0.30	0.60	-
Mid-Season	60	1.05	0.80	0.30	1.20	-
Late Season	55	0.90	0.80	0.50	0.60	-
Total	180	-	-	-	1.10 (overall)	-

The crop parameters align with FAO (Allen et al., 1998) recommendations and similar studies in semi-arid regions of northern Nigeria (Abubakar et al., 2021; Yusuf et al., 2023). The Kc and rooting depth values reflect the pepper crop's moderate water demand and sensitivity to soil moisture deficit, particularly during flowering and fruit development stages. These settings ensure accurate simulation of evapotranspiration and irrigation scheduling in CROPWAT, which is crucial for designing an efficient basin irrigation system.

4.3 Crop Water Requirement of Pepper in the Study Area

The crop evapotranspiration (ETc) for pepper was estimated using CROPWAT 8.0 based on the climate and crop parameters data. Table 4.3 presents the decadal ETc and irrigation water requirement (IWR) during the 180 days growing period (October - April), with the crop coefficient (Kc) values ranged from 0.60 at the initial stage to 1.03 at mid - season, before declining to 0.88 toward harvest.

The computed ETc varied between 2.09mm/day in the early stage and 3.97mm/day at the late stage, corresponding to 21.8 - 43.6mm/decade. No effective rainfall occurred during the

simulation, indicating a total irrigation requirement of 585.4mm throughout the season. The highest ETc values were observed during February - March, coinciding with periods of high temperature and low humidity.

Table 4.4: Crop Water Requirement of Pepper in the Study Area

Month	Decade	Stage	Kc coeff	ETc (mm/day)	ETc (mm/dec)	Eff rain (mm/dec)	Irr. Req. (mm/dec)
Oct	3	Init	0.6	2.42	21.8	0	21.8
Nov	1	Init	0.6	2.26	22.6	0	22.6
Nov	2	Init	0.6	2.09	20.9	0	20.9
Nov	3	Deve	0.65	2.21	22.1	0	22.1
Dec	1	Deve	0.78	2.54	25.4	0	25.4
Dec	2	Deve	0.9	2.85	28.5	0	28.5
Dec	3	Mid	1.01	3.22	35.4	0	35.4
Jan	1	Mid	1.03	3.29	32.9	0	32.9
Jan	2	Mid	1.03	3.3	33	0	33
Jan	3	Mid	1.03	3.43	37.8	0	37.8
Feb	1	Mid	1.03	3.57	35.7	0	35.7
Feb	2	Mid	1.03	3.7	37	0	37
Feb	3	Late	1.02	3.85	30.8	0	30.8
Mar	1	Late	1	3.91	39.1	0	39.1
Mar	2	Late	0.97	3.95	39.5	0	39.5
Mar	3	Late	0.94	3.96	43.6	0	43.6
Apr	1	Late	0.9	3.97	39.7	0	39.7
Apr	2	Late	0.88	3.97	39.7	0	39.7
					585.4	**0**	**585.4**

These results show the significant irrigation demand of pepper under dry - season cultivation in northern Nigeria, emphasizing the importance of efficient irrigation scheduling to maintain adequate soil moisture and optimize yield.

4.3.1 Gross Depth and Annual Irrigation Water Demand (AIWD)

The determination of gross irrigation depth and annual irrigation water demand forms a critical component of irrigation system design, as it provides the basis for estimating the total volume

of water required to sustain crop growth under varying irrigation regimes. In this study, the gross irrigation depth was computed by taking into account the actual crop evapotranspiration (ETc) obtained from CROPWAT simulations under three irrigation scenarios at 100%ETc, 75%ETc, and 50%ETc, while considering a field application efficiency of 65%. This efficiency accounts for conveyance and distribution losses expected during field irrigation operations.

The net annual irrigation water requirement for each scenario was estimated using the relationship:

The net Annual irrigation water (100%ETc) = $ET_c \times A \times 10$

$= 585.4 \times 1 \times 10 = 5854$ m^3/ha/season

The net Annual irrigation water (75%ETc) = $ET_c \times A \times 10$

$= 438.3 \times 1 \times 10 = 4383$ m^3/ha/season

The net Annual irrigation water (50%ETc) = $ET_c \times A \times 10$

$= 292.7 \times 1 \times 10 = 2927$ m^3/ha/season

To obtain the gross annual irrigation water demand (AIWD), the field application efficiency (Ea) was incorporated into the computation using the equation:

Annual Irrigation Water Demand (100%ETc)

$$= \frac{\text{Net Seasonal Irrigation requirement}}{E_a}$$

$$= \frac{5854}{0.65} = 9006.15 \text{m}^3\text{/ha/season}$$

Annual Irrigation Water Demand (75%ETc)

$$= \frac{\text{Net Seasonal Irrigation requirement}}{E_a}$$

$$= \frac{4383}{0.65} = 6743.08 \text{m}^3\text{/ha/season}$$

Annual Irrigation Water Demand (50%ETc)

$$= \frac{\text{Net Seasonal Irrigation requirement}}{E_a}$$

$$= \frac{2927}{0.65} = 4503.08 \text{m}^3\text{/ha/season}$$

The number of plants per hectare (Np) was determined based on the adopted planting geometry using:

$$\text{Plants per hectare (Np)} = \frac{10{,}000}{\text{row spacing} \times \text{within row spacing}} = \frac{10000}{0.5 \times 0.6} = 33333.3$$

Subsequently, the irrigation water requirement per plant was estimated by distributing the total annual irrigation demand equally among the plants using the expression:

$$\text{Irrigation Water per Plant (100\%ETc)} = \frac{\text{Annual Irrigation Water Demand } (m^3/ha) \times 1000}{\text{Plants per hectare}}$$

$$= \frac{9006.15 \times 1000}{33333.3} = 270.15 \text{ L/plant}$$

$$\text{Irrigation Water per Plant (50\%ETc)} = \frac{\text{Annual Irrigation Water Demand } (m^3/ha) \times 1000}{\text{Plants per hectare}}$$

$$= \frac{6743.08 \times 1000}{33333.3} = 202.29 \text{ L/plant}$$

$$\text{Irrigation Water per Plant (50\%ETc)} = \frac{\text{Annual Irrigation Water Demand } (m^3/ha) \times 1000}{\text{Plants per hectare}}$$

$$= \frac{4503.08 \times 1000}{33333.3} = 135.09 \text{ L/plant}$$

These results indicate that irrigation water requirement per plant decreases proportionally with the reduction in irrigation level, highlighting the direct relationship between the applied irrigation depth and total water demand.

4.4 Irrigation Water Use Efficiency (IWUE)

Irrigation Water Use Efficiency (IWUE) is a vital indicator that reflects how effectively the applied irrigation water contributes to crop yield. It represents the productivity of water use and provides valuable insights into the sustainability and performance of the irrigation system. In this study, IWUE was computed for pepper (*Capsicum annuum L.*) cultivated under three irrigation regimes (100%, 75%, and 50% of crop evapotranspiration, ETc) using the ratio of estimated yield to the gross irrigation water applied during the growing season.

The IWUE was expressed as:

$$IWUE = \frac{Y}{AIWD}$$

Where; Y is the potential yield of pepper (kg/ha) and AIWD as irrigation water demand (m^3/ha/season)

Therefore, Y = weight of bag × No. of bags/ha

= 50kg × 35/ha =1750 kg/ha

Substituting the computed values of AIWD for the three irrigation levels gives:

$$IWUE\ (100\%ETc) = \frac{1750}{9006.15} = 0.194 \text{ kg/m}^3$$

$$IWUE\ (100\%ETc) = \frac{1750}{6743.08} = 0.259 \text{ kg/m}^3$$

$$IWUE\ (100\%ETc) = \frac{1750}{4503.08} = 0.389 \text{ kg/m}^3$$

Table 4.5 Water Use Efficiency of Pepper under Scenarios

ET Level	Net Annual Irrigation Water (m^3/ha/season)	Gross Irrigation Water Demand (m^3/ha/season)	Pepper Yield (kg/ha)	IWUE (kg/m^3)
100% ETc	5854	9006.15	1750	0.194
75% ETc	4383	6743.08	1750	0.259
50% ETc	2927	4503.08	1750	0.389

***Calculations based on 0.65 (65%) water application efficiency.**

The results revealed that IWUE increased with decreasing irrigation level, indicating that reduced irrigation enhanced water-use efficiency in terms of yield produced per unit of water applied. At 50% ETc, IWUE was highest (0.389kg/m^3), implying that each cubic meter of irrigation water produced approximately 0.389kg of pepper yield. However, while IWUE improves under water deficit conditions, total yield often declines beyond a certain threshold of water stress, particularly in shallow-rooted crops such as pepper.

This trend highlights a trade - off between yield maximization and water conservation. At full irrigation (100% ETc), the crop receives adequate moisture throughout its growth cycle, minimizing stress and maximizing fruit development, albeit with lower efficiency in water use. Conversely, deficit irrigation levels (75% and 50% ETc) lead to improved IWUE due to reduced total water input, though potential yield reduction could occur if water stress coincides with sensitive phenological stages such as flowering or fruit set.

Results from the CROPWAT 8.0 simulations provided essential inputs for the hydraulic and agronomic design of the basin irrigation system for pepper (Capsicum spp.) in Gonar Ganye, Tudun Wada, Zaria. The estimated seasonal crop evapotranspiration, ETc as 585.4mm represents the total water demand of pepper under full irrigation. When adjusted for a field application efficiency of 65%, this translates to a gross irrigation requirement of 9006.15m^3/ha, which served as the reference for determining basin dimensions and irrigation intervals.

The soil is loamy within the study area with an available water capacity of 160mm/m and a root depth of 0.45m, the readily available water (RAW) was estimated at 54mm. Irrigation was scheduled every 6 - 8 days, corresponding to about 25 - 30% depletion of RAW. Therefore, with a spacing of 0.5m x 0.6m (33,333 plants/ha) and a gross water need of 270.15L/plant at 100% ETc, each basin was designed to deliver water uniformly and ensure adequate infiltration according to the available discharge.

The computed irrigation water use efficiency (IWUE) values 0.194, 0.259, and 0.389kg/m³ at 100%, 75%, and 50%ETc, respectively, depict improved efficiency under moderate water deficit. Therefore, adopting the 75%ETc level (6743.08m³/ha) provides an optimal balance between yield and water conservation. This aligns with FAO (1998) recommendations that encourage adjusting basin geometry, water depth, and irrigation interval to local soil crop climate conditions for improved water productivity.

Consequently, the integration of IWUE results into the basin design framework ensures a technically efficient and agronomically sustainable irrigation system for pepper production in Gonar Ganye.

SUMMARY OF FINDINGS, CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

5.1 Summary of Findings

This study focused on the design of a basin irrigation system for sweet pepper (*Capsicum annuum L.)* in Gonar Ganye, Tudun Wada, Zaria, using simulated results from the FAO CROPWAT 8.0 model. The primary objectives were to determine the crop water requirement, design a suitable basin irrigation layout, and evaluate the irrigation water use efficiency under different irrigation levels. The major findings are summarized as follows:

Crop Water Requirement (ETc):

The total seasonal crop evapotranspiration (ETc) for pepper was estimated at 585.4mm, representing the water needed for optimal growth under full irrigation conditions.

Irrigation Requirement:

Adjusting for a field efficiency of 65%, the gross annual irrigation water demand was computed as 9006.15m³/ha for 100%ETc, 6743.08m³/ha for 75%ETc, and 4503.08m³/ha for 50%ETc.

Soil and Scheduling Parameters:

The loamy soil, with an available water capacity of 160mm/m and an effective root zone depth of 0.45m, provided readily available water (RAW) of approximately 54mm. This guided the irrigation interval of 6 - 8 days, particularly during periods of high evapotranspiration.

Plant Water Requirement:

Based on the plant population of approximately 33,333 plants/ha (0.5 m x 0.6 m spacing), the irrigation water per plant was estimated as 270.15L/plant at 100%ETc, 202.29L/plant at 75%ETc, and 135.09L/plant at 50%ETc.

Irrigation Water Use Efficiency (IWUE):

The IWUE values were 0.194kg/m³, 0.259kg/m³, and 0.389kg/m³ at 100%, 75%, and 50%ETc, respectively. The results indicate that water use efficiency improved with reduced irrigation levels, although yield may slightly decrease under water deficit.

Design Implications:

The 75%ETc level was identified as the most suitable operational scenario for basin irrigation of pepper, ensuring adequate moisture for yield maintenance while achieving significant water savings.

5.2 Conclusion

The study effectively demonstrated the use of CROPWAT 8.0 as a reliable tool for estimating crop water requirements and supporting the hydraulic design of basin irrigation systems. The seasonal evapotranspiration, ETc of 585.4mm and gross irrigation demand of 9006.15m³/ha provided the basis for determining irrigation depth, interval, and basin dimensions suitable for the loamy soils of Gonar Ganye.

The irrigation water use efficiency (IWUE) results revealed that moderate deficit irrigation enhances water productivity without severely affecting yield. The 75%ETc irrigation regime, therefore, represents the most efficient and sustainable option for pepper cultivation under the prevailing climatic and soil conditions.

Thus, the integration of crop, soil, and climate parameters into the irrigation design process ensures technical efficiency, agronomic viability, and water resource sustainability for vegetable production in semi-arid regions of Northern Nigeria.

5.3 Recommendations

Based on the results and conclusions drawn from this research project, the following recommendations are pointed - out.

i. **Adoption of 75%ETc Irrigation Scheduling:** Farmers should adopt the 75%ETc irrigation level for pepper production to achieve efficient water use and maintain reasonable yield performance.

ii. **Promotion of Basin Irrigation:** Basin irrigation should be encouraged for small scale vegetable growers due to its operational simplicity, uniform water distribution, and adaptability to the soil and topographic conditions of the area.

iii. **Enhancing Field Application Efficiency:** Land leveling, basin alignment, and maintenance of field channels should be improved to raise field application efficiency beyond the current 65% and minimize conveyance losses.

iv. **Integration of Climate Data in Scheduling:** Irrigation planning should utilize updated meteorological data from NiMet for real time scheduling to avoid over or under irrigation.

v. **Capacity Building and Farmer Training**: Training programs should be organized for farmers on efficient irrigation management, water measurement, and system maintenance for sustained performance.

vi. **Further Research:** Future studies should assess the economic viability of deficit irrigation and monitor long-term effects on soil properties, nutrient uptake, and pepper yield quality under basin irrigation

References

Abubakar, M. S., Musa, I., & Sulaiman, L. (2022). *Climatic Assessment and Irrigation Water Requirement for Vegetable Crops in Northern Guinea Savanna of Nigeria.* Nigerian Journal of Agricultural Engineering, 43(1), 57–65.

Adeyolanu, D. T., & Okelola, O. E. (2024). Irrigation Water Management and Food Security in Nigeria. Research Journal of Agricultural Economics and Development, 3(2), 117–132. https://doi.org/10.52589/ajafs-pfpu1qn7

Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). *Crop Evapotranspiration: Guidelines for Computing Crop Water Requirements.* FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56, FAO, Rome.

Aminu, A., Yusuf, A., & Mohammed, A. (2020). *Estimation of Reference Evapotranspiration in Northern Nigeria Using CROPWAT Model.* Journal of Environmental Hydrology, 28(2), 1–9.

Anjum, M. N., Cheema, M. J. M., Hussain, F., & Wu, R. S. (2023). Precision irrigation: Challenges and opportunities. In Precision Agriculture: Evolution, Insights and Emerging Trends (Vol. 1, Issue Ml). Elsevier Inc. https://doi.org/10.1016/B978-0-443-18953-1.00007-6

Benami, A., & Ofen, A. (1984). Irrigation engineering: Sprinkler, trickle, surface irrigation principles and design. Irrigation Engineering Publications.

Brady, N. C., & Weil, R. R. (2017). The nature and properties of soils (15th ed.). Pearson Education.

Brouwer, C., Prins, K., Kay, M., & Heibloem, M. (1989). Irrigation water management: Irrigation methods. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). https://www.fao.org/3/s8684e/s8684e00.htm

Camp, C. R. (1998). Subsurface drip irrigation: A review. Transactions of the ASAE, 41(5), 1353–1367. https://doi.org/10.13031/2013.17309

Erdem, Y., Erdem, T., Orta, A. H., & Okursoy, H. (2005). Irrigation scheduling for watermelon with crop water stress index (CWSI). Journal of Central European Agriculture, 6(4), 449–460. https://hrcak.srce.hr/17309

Evans, R. G., LaRue, J., Stone, K. C., & King, B. A. (2013). Adoption of site-specific variable rate sprinkler irrigation systems. Irrigation Science, 31(4), 871–887. https://doi.org/10.1007/s00271-012-0365-x

FAO. (2006). Guidelines for soil description (4th ed.). Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO. (2011). The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW): Managing systems at risk. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Fereres, E., & Soriano, M. A. (2007). Deficit irrigation for reducing agricultural water use. Journal of Experimental Botany, 58(2), 147–159. https://doi.org/10.1093/jxb/erl165

Hillel, D. (2004). Introduction to environmental soil physics. Academic Press.

Howell, T. A. (2003). Irrigation efficiency. In B. A. Stewart & T. A. Howell (Eds.), Encyclopedia of water science (pp. 467–472). CRC Press.

Keller, J., & Bliesner, R. D. (1990). Sprinkler and trickle irrigation. Van Nostrand Reinhold.

Lakhiar, I. A., Yan, H., Zhang, C., Wang, G., He, B., Hao, B., Han, Y., Wang, B., Bao, R., Syed, T. N., Chauhdary, J. N., & Rakibuzzaman, M. (2024). A Review of Precision Irrigation Water-Saving Technology under Changing Climate for Enhancing Water Use Efficiency, Crop Yield, and Environmental Footprints. Agriculture (Switzerland), 14(7). https://doi.org/10.3390/agriculture14071141

Lal, R., & Shukla, M. K. (2004). Principles of soil physics. Marcel Dekker.

Postel, S. (1999). Pillar of sand: Can the irrigation miracle last? W. W. Norton & Company.

Ray, S., & Majumder, S. (2024). Water management in agriculture: Innovations for efficient irrigation. Modern Agronomy; Sil, P., Chhetri, P., Majumder, S., Santosh, DT, Eds, July, 169–185.

Rigor, E. R., Jones, J. P., & Luthin, J. N. (1973). Soil water relationships. University of California Press.

Thornthwaite, C. W. (1948). An approach toward a rational classification of climate. Geographical Review, 38(1), 55–94. https://doi.org/10.2307/210739

United States Department of Agriculture (USDA). (2017a). Soil bulk density/moisture/aeration. In Soil quality indicators: Soil bulk density. Natural Resources Conservation Service. https://www.nrcs.usda.gov

United States Department of Agriculture (USDA). (2017b). Soil quality indicators: Field capacity. Natural Resources Conservation Service. https://www.nrcs.usda.gov

United States Department of Agriculture (USDA). (2017c). Soil quality indicators: Soil water content and plant available water. Natural Resources Conservation Service. https://www.nrcs.usda.gov

HUMAN TRAFFICKING SCENARIO IN BANGLADESH: A COMPREHENSIVE STUDY ON CHILD AND WOMEN TRAFFICKING

Ohajiullah

Undergraduate student, Department of Social Work, University of Rajshahi, Bangladesh.

Abstract

Human trafficking is a new and contemporary form of slavery involving the illegal transport of individuals, coercively or deceptively, for forced labour, sexual exploitation, or activities in which the traders benefit financially. The objective is to provide a comprehensive understanding of the human trafficking scenario in Bangladesh, with a specific focus on child and women trafficking. This study follows the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) guidelines for conducting a systematic literature review (SLR). Findings reveal that Bangladesh holds 9th position out of 27 countries in the Asia Pacific region and globally 58th among 178 countries. Approximately 1,000,000 people are trafficked each year globally, and more than 10,000 to 20,000 people are being trafficked from Bangladesh only. In particular, women and children are more vulnerable to the trafficking process. Approximately 400 women and children are trafficked out of Bangladesh each month. The intersection of poverty, illiteracy, and gender inequality creates a conducive environment in this country for traffickers to exploit vulnerable populations, particularly women and children. Human trafficking has severe and enduring effects on survivors' mental and physical including enduring post-traumatic stress disorder (PTSD), depression, anxiety, and suicidal ideation. The main routes are the India-Bangladesh border for human trafficking, with up to 18 transit points where people are trafficked out of the country. This study provides a comprehensive understanding of human trafficking, which will play an effective role in preventing trafficking.

Keywords: Human trafficking, women trafficking, Child trafficking, Human trafficking in Bangladesh.

REFINEMENT OF HIGH-QUALITY SHIDOL PRODUCTION IN BANGLADESH

Md Moniruzzaman
Bangladesh Fisheries Research Institute, Freshwater Station, Bangladesh
David Rintu Das
Bangladesh Fisheries Research Institute, Headquarters, Bangladesh
Md Saiful Islam
Bangladesh Fisheries Research Institute, Headquarters, Bangladesh
Md Shariful Islam
Bangladesh Fisheries Research Institute, Headquarters, Bangladesh
Md Harunor Rashid
Bangladesh Fisheries Research Institute, Freshwater Station, Bangladesh
Anuradha Bhadra
Bangladesh Fisheries Research Institute, Headquarters, Bangladesh

Abstract

This study aimed to refine an improved technology for producing high quality shidol, a traditional fermented dried fish product widely consumed in northern Bangladesh. Improved shidol was processed at BFRI using controlled procedures including standardized dressing, salting, smoking, fermentation, drying, and vacuum packaging. Traditional shidol samples were collected from Rangpur, Kurigram, Dinajpur, Lalmonirhat, Bogura and Nilphamari for comparison. In the study, Proximate analysis showed that the BFRI made shidol contained higher protein and lipid levels and lower moisture compared with traditional products. Traditional shidol exhibited elevated spoilage indicators such as TVB-N, peroxide value, and microbial load, including the presence of coliform bacteria, reflecting poor sanitation during preparation. In contrast, during 90 days of vacuum-packaged storage, BFRI shidol maintained stable nutritional and biochemical quality, with total viable counts and yeast/mold levels remaining below acceptable limits. Peroxide and TVB-N values also stayed within safe thresholds, and no pathogenic coliforms were detected. The findings demonstrate that the refined BFRI process, combined with vacuum packaging, effectively preserves shidol quality by preventing contamination, reducing spoilage, and delaying nutrient degradation. This improved technology provides a safer, more nutritious shidol product and has the potential to enhance food safety, nutrition, and livelihood outcomes in northern Bangladesh.

Keywords: Shidol, Fermented Fish, Vacuum Packaging, Biochemical Quality, Bangladesh

ENHANCING WOMEN'S CAPACITY TO RESPOND TO SECURITY THREATS

Noorjan Mossawi
Masters student department of women's studies
University: Ahlul bayt international university of Iran

Abstract:

Strengthening women's capacity to respond to security threats is a critical necessity in contemporary societies, especially in countries facing instability, internal conflict, and political unrest. Women, due to their multiple social, economic, and familial roles, are among the most vulnerable groups exposed to various security threats, including domestic violence, social harassment, street insecurity, humanitarian crises, and the impacts of armed conflict. Therefore, empowering women through education, awareness, and preventive skills is essential for enhancing their safety and resilience.

Security education for women includes learning methods of violence prevention, crisis decision-making skills, knowledge of legal protection mechanisms, and personal safety techniques. Such training enables women to better identify dangerous situations, effectively manage crises, and utilize available support systems. In addition, strengthening psychological and social capacities—such as self-confidence, legal awareness, emotional resilience, and communication skills—plays a crucial role in enhancing women's ability to respond to threats. Moreover, women's participation in local security structures, community councils, and violence-prevention programs contributes significantly to building strong support networks. These networks not only protect women from individual threats but also enhance collective community security. Ultimately, strengthening women's security capacities not only increases their personal safety but also contributes to social stability, reduces community vulnerability, and supports long-term sustainable development.

WOMEN'S RIGHTS EDUCATION IN TRADITIONAL SOCIETIES

Noorjan Mossawi
Masters student department of women's studies..
University: Ahlul bayt international university of Iran..

Abstract :

Education on women's rights in traditional societies is one of the most powerful tools for social transformation and reducing gender inequality. In communities where cultural and social structures are deeply rooted in long-standing traditions, women often face significant limitations in educational, economic, and social spheres. Many of these restrictions stem from a lack of awareness about women's legal and human rights. Therefore, educating women about their rights plays a crucial role in building self-confidence, raising awareness, and enhancing their social status.

Women's rights education in traditional societies includes familiarizing women with fundamental rights such as the right to education, property ownership, free choice in marriage, social participation, and personal security. This knowledge enables women to better understand their position within the family and society and to participate more effectively in personal and social decision-making. Moreover, such awareness empowers women to resist domestic violence, gender discrimination, and forced marriages.

Furthermore, educating women about their rights not only benefits the women themselves but also contributes to the development of society as a whole. Increasing legal awareness among women can influence the attitudes of men and other community members, leading to a culture of dialogue, justice, and mutual respect. Higher levels of legal literacy among women help reduce social harms, boost women's participation in economic activities, and ultimately strengthen sustainable development. Overall, women's rights education is a key factor in individual empowerment and in reshaping traditional social structures.

HARDNESS, FRACTURE TOUGHNESS AND DEBYE TEMPERATURE OF YTTRIUM MONOPNICTIDES YX (X = N, P, AS, AND SB) FROM ELASTIC CONSTANTS

Salah Daoud
Laboratory of Materials and Electronic Systems (LMSE), University Mohamed El Bachir El Ibrahimi of Bordj Bou Arreridj, 34000, Bordj BouArreridj, Algeria
Nadhira Bioud
Faculty of Sciences and Technology, University Mohamed El Bachir El Ibrahimi of Bordj Bou Arreridj, 34000, Bordj BouArreridj, Algeria
[3]Laboratory of Optoelectronic and Compounds, Faculty of Sciences, Ferhat Abbas University of Setif 1, 19000 Setif, Algeria
Abdelfateh Benmakhlouf
Laboratory of Materials and Electronic Systems (LMSE), University Mohamed El Bachir El Ibrahimi of Bordj Bou Arreridj, 34000, Bordj BouArreridj, Algeria

Abstract

In the current work, we have determined some parameters such as Vickers hardness, fracture toughness and Debye temperature of yttrium monopnictides YX (X = N, P, As, and Sb) compounds, using the lattice parameters and the elastic constants C_{ij} obtained from the inter-ionic potential theory with modified ionic charge approach of the litterature (A. Singh *et al.*, *Physics B* 404 (2009) 1852). The previous parameters have been determined at equilibrium. Our obtained values concerning the Debye temperature for yttrium monopnictides (YN, YP, YAs and YSb) in NaCl (B1)-type structure are in good agreement with other theoretical data of the litterature obtained from other approaches. Our values of Vickers hardness are 14.77 (12.81) GPa for YN, 10.41 (8.4) GPa for YP, 9.71 (7.73) GPa for YAs and 8.0 (6.13) GPa for YSb, respectively; while these of the Debye temperature are 543 K for YN, 393 K for YP, 334 K for YAs and 255 K for YSb, respectively. These later two values deviate from the theoretical ones 342 K and 266 K within only around 2.34% and 4.14%, respectively. Our results show that all Vickers hardness, fracture toughness and Debye temperature decrease in magnitude as equilibrium inter-ionic distance increases (atomic number increases as we go from nitrogen N to antimony Sb) in the series of monopnictides compounds, which is matches to the same conclusion on their elastic constants (A. Singh *et al.*, *Physics B* 404 (2009) 1852). This is because both Vickers hardness and Debye temperature are correlated to the elastic constants.

***Keywords*:** Yttrium monopnictides; Vickers Hardness; Fracture toughness; Sound velocity; Debye temperature.

1. Introduction

Recently, Yttrium monopnictide compounds have attracted the attention of many researchers; these materials have been studied theoretically [1-8] and experimentally [9, 10] because of their

irregular structural, electronic and phonons properties [4]. At ambient conditions, the yttrium monopnictides (YN, YP, YAs and YSb) crystallize in NaCl-type structure (B1) with space group Fm3m (#225) [1, 2]. Using first principles calculation based on density functional theory (DFT) method, Bouhemadou [2] has studied the structural, elastic and high pressure properties of yttrium pnictide compounds, while Chen *et al.* [8] have studied both high-pressure induced phase transition and electronic properies of both YSb and ScSb compounds. Rigorous investigation of high-pressure effect was performed by Singh *et al.* [1]. Under high-pressure, Singh *et al.* [1] repoted that all YN, YP, YAs and YSb materials have been found to undergo a first-order phase transition from the sixfold-coordinated NaCl-type (B1) structure to the eightfold-coordinated CsCl-type (B2) structure with the space group symmetry Pm3m (#221) in pressure ranging from 20 to 130 GPa [1]. Using effective interatomic interaction potential approach, Kaurav *et al.* [7] have studied the transition pressures of (YN, YP and YAs) materials, the transition pressures at which these compounds undergo structural phase transition from the B1to the B2 phase are 135, 55 and 50 GPa for YN, YP and YAs compounds, respectively [7], while Chen *et al.* [8] suggested that the phase transition from the B1 to a B2 structure is at around 29 GPa for YSb.

Meng and Ren [9] have studied the electrical properties of (LnP, like LaP, NdP, SmP, YP) compounds, finding they behave as semiconductors with potential use in devices, characterized by negative resistance temperature coefficients and rectifying effects explained by their band structures [9]. Using synchrotron X-ray diffraction techniques, experimental study on YSb has been carried out by Hayashi *et al.* [10] who have observed a first order structural phase transformation from NaCl to CsCl structure at a pressure of around 26–28 GPa, while the bulk modulus B_T was found to be 58 GPa at ambient pressure.

The elastic constants allow us to evaluate some macroscopic properties of materials such as hardness. In the current work, we try to calculate Vickers hardness and Debye temperature of yttrium monopnictides YX (X = N, P, As, and Sb) compounds, using the lattice parameters and the elastic constants C_{ij} of the litterature [1].

2. Theory and method of computation

As a measure to resist penetration by a pointed and harder object, deformation, abrasion, and wear, hardness plays an important role in industrial applications [11]. Here we predict the Vickers hardness by two empirical formulas, Eq. (1) introduced by Chen *et al.* [12] and Eq. (2) introduced by Tian *et al.* [13], respectively.

$$H_V = 1.887(k^2G)^{0.585} \quad (1)$$

$$H_V = 0.92k^{1.137}G^{0.708} \quad (2)$$

where $k = G/B$ is the Pugh's modulus ratio, G is the shear modulus, and B is the bulk modulus. The polycrystalline shear modulus in various forms is usually used: the extreme values, Reuss (G_R) and Voigt (G_V), and the arithmetic mean value Hill's (G) [14]. In our case, we used the Hill's arithmetic mean (G) values.

For both covalent and ionic materials, the fracture toughness K_{IC} may be predicted using the following empirical expression [15, 16]:

$$K_{IC} = \alpha_0^{-1/2} V^{1/6} (\zeta(v) \times E)^{3/2} \quad (3)$$

where α_0 depends on chemical bonding in the material (for covalent and ionic crystals, α_0 = 8840 GPa), E is the Young modulus, V is the atomic volume (in Å^3/atom), v is the Poisson's ratio; and ζ(v) is a dimensionless function of Poisson's ratio, it is defied as [15, 16]:

$$\zeta(v) = \left(\frac{1 - 13.7v + 48.6v^2}{1 - 15.2v + 70.2v^2 - 81.5v^3} \right) \quad (4)$$

Replacing the numerical value (v = ~ 0.25) of the Poisson's ratio v into the formula of equation (4), the dimensionless function ζ(v) is estimated at around ~ 1.96.

Liu *et al.* [14] reported that both Debye temperature and hardness are two quantities which are correlated the nature of bonding between different atoms in a crystal and can be determined from the elastic constants [14]. Therefore, it exist a connection between these two quantities. To calculate the Debye temperature θ_D of solids, the formula proposed by Anderson's [17] has been usually used. If we make the appropriate simplifications for the NaCl-type structure, the single essential strength parameter: the Debye temperature may be estimated from the average sound velocity v_m (in km/s) and the lattice parameter a (in Å) by means of the following equation [18, 19]:

$$\theta_D \approx 595.467 \frac{v_m}{a} \quad (5)$$

The average sound velocity v_m may be usually calculated using the following equation [20]:

$$v_m = \left[\frac{1}{3} \left(\frac{2}{v_t^3} + \frac{1}{v_l^3} \right) \right]^{-1/3} \quad (6)$$

where L and T stand for longitudinal and transverse polarization regardless the elastic wave propagation direction, respectively.

The longitudinal and transverse wave velocities can be obtained from the bulk modulus B and the shear modulus G as follows [20]:

$$v_l = \sqrt{\frac{1}{\rho}\left(B + \frac{4}{3}G\right)} \quad \text{, and} \quad v_t = \sqrt{\frac{G}{\rho}} \tag{7}$$

Here ρ is the mass density.

3. Results obtained

Our values of the Vickers hardness H_V predicted from Eq. (1) and Eq. (2) are: 14.77 (12.81) GPa for the compound YN, 10.41 (8.4) GPa for YP, 9.71 (7.73) GPa for YAs and 8.0 (6.13) GPa for YSb compound, respectively. The compound YN possesses the highest value of Vickers hardness among the examined materials. So that, YN is expected to be relatively harder compared to other materials examined. There is no calculated or experimental data available in literature to compare and judge our predictions. Fig. **1** (in the left) illustrates the variation of Vickers hardness H_V with equilibrium inter-ionic distance of yttrium pnictides YX (X = N, P, As, and Sb). As depicted in Fig. **1** (in the left), it reveals that the Vickers hardness of yttrium monopnictides YX (X = N, P, As, and Sb) decreases with increasing inter-ionic distance in YX compounds. The Vickers hardness inter-ionic distance curves are fit to the 2nd order polynom as follow : H_V = 75.11-35.495 r + 4.458 r^2 (curve from Eq. (1)), and H_V = 80.11- 40.69 r + 5.42 r^2 (curve from Eq. (2)), where the Vickers hardness H_V is expressed in GPa and with equilibrium inter-ionic distance is expressed in Å.

One of fundamental identifier and interesting parameter characteris a chemical element is its atomic number (Z). It is defined as the number of protons in the nucleus of every atom of that element, it is also equals the number of electrons in a neutral atom, determining its place on the periodic table and its chemical behavior. Nitrogen (N) element has Z =7, Phosphorus (P) element has Z = 15, Arsenic (As) element has Z = 33, and Antimony (Sb) element has Z = 51, meaning these elements have 7, 15, 33, and 51 protons, respectively. Fig.**1** (in the right) illustrates the variation of Vickers hardness with atomic number (Z) of yttrium pnictides. As can be seen in the right graph of Fig. **1**, the Vickers hardness of YX (X = N, P, As, and Sb) decreases with increasing atomic number (Z) in yttrium monopnictides.

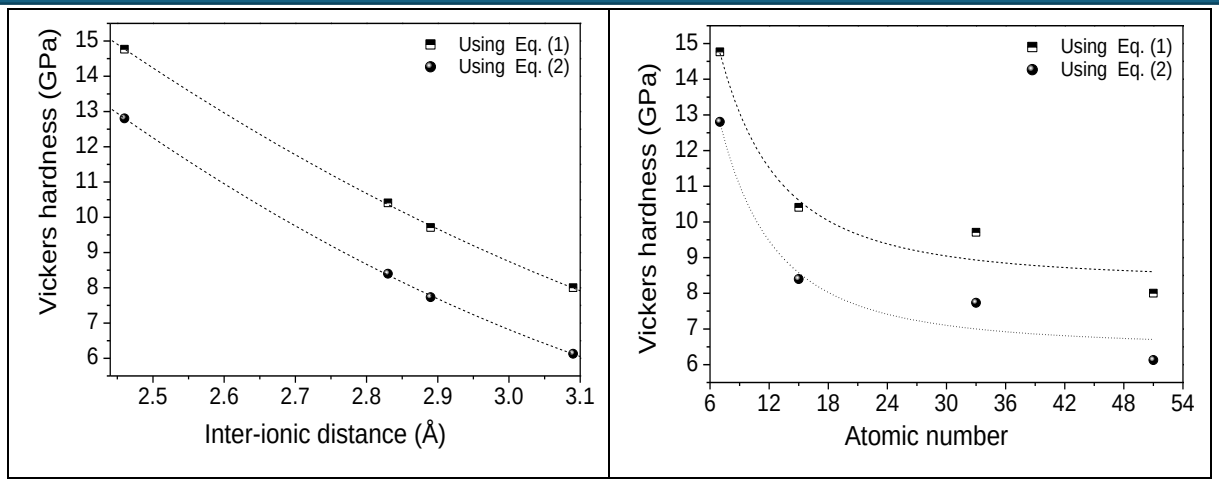


Fig. 1. Variation of Vickers hardness with the equilibrium inter-ionic distance (in the left) and with atomic number of (in the right) yttrium pnictides.

Furthermore, by replacing the numerical values of the atomic volume V (14.89×10^{-30} m^3 for YN, 22.67×10^{-30} m^3 for YP, 24.14×10^{-30} m^3 for YAs and 29.5×10^{-30} m^3 for YSb compound, respectively), these of the Young modulus E (235.06 GPa for YN, 131.05 GPa for YP, 117.66 GPa for YAs compound and 85.6 GPa for YSb, respectively) in the previous model, the K_{IC} of the compound YN is estimated at ~ 1.64 $MPa.m^{1/2}$, that of YP material is ~ 0.74 $MPa.m^{1/2}$, 0.64 $MPa.m^{1/2}$ for YAs and 0.41 $MPa.m^{1/2}$ for YSb compound, respectively.

The numerical values relating to the mass density (ρ), longitudinal (v_l), transverse (v_t) and average (v_m) sound velocities, and Debye temperature for different YX materials are presented in Table 1, and compared with the available theoretical data [2, 3]. Based on the data presented in Table 1, it is evident that YN exhibits the highest values for Debye temperature.

Material	M (10^{-3} kg)	ρ (g/cm^3)	v_l (m/s)	v_t (m/s)	v_m (m/s)	θ_D (K)
YN	102.913	5.75 5.86 [2]	7007	4043	4489	543 611 [3]
YP	119.88	4.62 4.43 [2]	5844	3366	3738	393 427 [3]
YAs	163.828	5.52 5.67 [2]	5071	2917	3239	334 342 [3]
YSb	210.666	6.02 6.10 [2]	4147	2381	2645	255 266 [3]

Table 1: Numerical values of the mass density (ρ), the longitudinal (v_l), transverse (v_t) and

average (v_m) sound velocities, and Debye temperature for different YX materials.

As can be seen from Table 1, our calculated values concerning the sound velocities and Debye temperature of yttrium monopnictides compounds (YN, YP, YAs and YSb) are in good agreement with the previous theoretical data reported in Ref. [3]. Our values of the Debye temperature are 543 K for YN, 393 K for YP, 334 K for YAs and 255 K for YSb, respectively. These later two values deviate from the theoretical ones 342 K and 266 K reported in Ref. [3] within only around 2.34% and 4.14%, respectively. Fig. **2** (in the left) illustrates the variation of Debye temperature θ_D with equilibrium inter-ionic distance of yttrium pnictides, while the variation of θ_D with the atomic number Z is illustrated in Fig. **2** (in the right). As depicted in Fig. **2**, it reveals that the Debye temperature θ_D of yttrium monopnictides YX (X = N, P, As, and Sb) decreases with increasing inter-ionic distance and with increasing atomic number Z in YX compounds. The Debye temperature θ_D inter-ionic distance curve is fit to the 2nd order polynom as follow: $\theta_D = 965.07 + 60.248\ r - 93.81\ r^2$, where the Debye temperature θ_D is expressed in K and the equilibrium inter-ionic distance is expressed in Å.

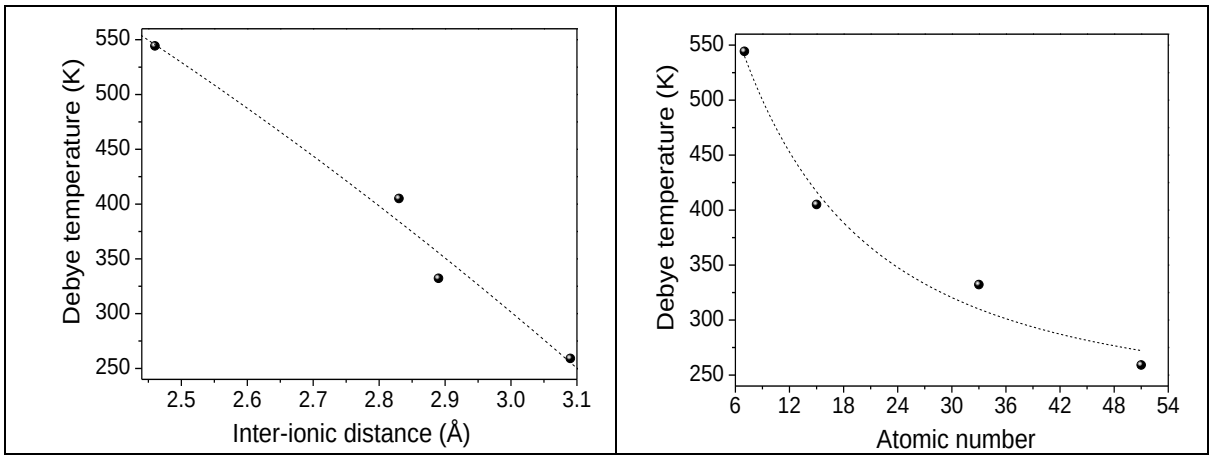


Fig. 2. Variation of Debye temperature θ_D with equilibrium inter-ionic distance (in the left) and with atomic number (in the right) of yttrium pnictides.

4. Conclusion

In the current work, we have reviewed and recalculated two interesting parameters i.e, the Vickers hardness, fracture toughness and the Debye temperature of YX (X = N, P, As, and Sb) compounds, using the elastic constants C_{ij} obtained from the inter-ionic potential theory with modified ionic charge approach of the litterature (A. Singh *et al.*, *Physics B* 404 (2009) 1852). All Vickers hardness, fracture toughness and the Debye temperature of YX (X = N, P, As, and Sb) decrease with increasing inter-ionic distance or atomic number of yttrium monopnictides compounds. For all our materials of interest, our findings are in good agreement with the theoretical values available.

References

[1] A. Singh, V. Shrivastava, M. Anayas, S. P. Sanyal, *Physics B* 404 (2009) 1852.

[2] A. Bouhemadou, *Comput. Mater. Sci.* 43 (2008) 1112.

[3] A. Hao, X. Yang, X. Wang, R. Yu, X. Liu, W. Xin, R. Liu, *Comput. Mater. Sci.* 48 (2010) 59.

[4] A. Louafi, Y. Chaouche, A. El Hassasna, *Appl. Phys. A* 127 (2021) 506. https://doi.org/10.1007/s00339-021-04645-z

[5] A. Bouhemadou, R. Khenata, *Phys. Lett.* 362 (No. 5–6) (2007) 476–479.

[6] H. M. Tutuncu, S. Bagcı, G. P. Srivastava, *J. Phys.: Condens. Matter* 19 (2021) 156207.

[7] N. Kaurav, Y.K. Kuo, G. Joshi, K.K. Choudhary, D. Varshney, *High Pressure Res.* 28 (2008) 651–663.

[8] Z.J. Chen, H.Y. Xiao, X.T. Zu, *Solid State Commun.* 141 (2007) 359–364.

[9] J. Meng, Y.F. Ren, *J. Solid State Chem.* 95 (1991) 346–351.

[10] J. Hayashi, I. Shirotani, K. Hirano, N. Ishimatsu, O. Shimomura, T. Kikegawa, *Solid State Commun.* 125 (2003) 543.

[11] H.-R. Lei *et al.*, *Physica B* 458 (2015) 124– 131 http://dx.doi.org/10.1016/j.physb.2014.11.014

[12] X.-Q. Chen, H. Niu, D. Li, Y. Li, *Intermetallics* 19 (2011) 1275. DOI: 10.1016/j.intermet.2011.03.026

[13] Y.J. Tian, B. Xu, Z.S. Zhao, Int. J. Refract. Met. Hard Mater. 33 (2012) 93–106

[14] Z.T.Y. Liu, X. Zhou, D. Gall, S.V. Khare, *Comput. Mater. Sci.* 84 (2014) 365–373. http://dx.doi.org/10.1016/j.commatsci.2013.12.038

[15] E. Mazhnik, A. R. Oganov, *J. Appl. Phys.* 126 (2019) 125109. https://doi.org/10.1063/1.5113622

[16] M.H. Mia, Mst.A. Khatun, M. Rahman, *Next Materials* 7 (2025) 100434. https://doi.org/10.1016/j.nxmate.2024.100434

[17] O. L. Anderson, *J. Phys. Chem. Solids* 24 (1963) 909.

[18] S. Daoud, *Int. J. Sci. World*, 5(1), (2017) 9-12. https://doi.org/10.14419/ijsw.v5i1.6929

S. Daoud, *Int. J. Adv. Res. Phys. Sci.*, 1(6), (2014) 1–11.

[20] O. E. Osafile, O. N. Nenuwe, *J. Nig. Soc. Phy s. Sci.* 3 (2021) 121. DOI:10.46481/jnsps.2021.297

COMPARATIVE STUDY OF THE PHYTOCHEMICAL COMPOSITION OF *FUMARIA PARVIFLORA* FROM THREE REGIONS OF MOROCCO

Salma MAKDOUF
Laboratory of Health and Environment, Faculty of Sciences Ain Chok, Hassan II University of Casablanca (Morocco)
Yasmine TABOUKTIRT
Laboratory of Care, Health and Sustainable Development, Higher Institute of Nursing and Health Techniques, Casablanca (Morocco)
Laboratory of Care, Health and Sustainable Development, Higher Institute of Nursing and Health Techniques, Casablanca (Morocco)
Karima El Bouqdaoui
Laboratory of Health and Environment, Faculty of Sciences Ain Chok, Hassan II University of Casablanca (Morocco)
Abdelhakim El Makssoudi
Laboratory of Organic Synthesis, Extraction and Valorization (LSOEV), Ain Chok, Hassan II University of Casablanca (Morocco)
Mounia Cherki
Laboratory of Health and Environment, Faculty of Sciences Ain Chok, Hassan II University of Casablanca (Morocco)

Abstract

Species of the *Fumaria* genus are medicinal plants known for their anti-inflammatory, antioxidant, and antidiabetic effects. Our species, *Fumaria parviflora*, locally known under different names, is a green, herbaceous, annual plant that grows in wheat fields, plains, and low hills. It is a ubiquitous species that can be found in Europe, Africa, America, Australia, and especially in high prevalence in India, Pakistan, and Iran.

In traditional medicine, this species has been used to treat numerous diseases and infections such as diabetes, digestive disorders, eczema, burns, fever, flu, headaches and toothaches, poisoning, hepatobiliary dysfunction, blood disorders, urinary diseases, and male infertility.

Despite these remarkable therapeutic potentials, few scientific studies have aimed to evaluate its biological activities. Hence, the objective of our research is to carry out a comparative study of the phytochemical composition of *F. parviflora* harvested from three different Moroccan regions (Casablanca, El Jadida, and Khouribga).

Lipids, carbohydrates, proteins, minerals, and pigments were determined using standard methods. Secondary metabolites were assessed through screening techniques. Our results showed that the chemical composition varies depending on the harvesting region, with the Casablanca sample being particularly rich in polyphenols.

Thus, we can conclude that the environmental conditions of each region influence the chemical composition of this plant.

Keywords: *Fumaria*; chemical composition; harvesting region; comparative study.

ADSORPTIVE REMOVAL OF METHYLENE BLUE ONTO ACTIVATED CARBON PREPARED FROM BAMBOO: A STUDY OF KINETICS AND ISOTHERMS

EL HANDAOUI EL MEHDI
Laboratory of Intelligent Systems, Industrial and Mechanical Engineering (LISIME) – ENSAM Hassan II university, Casablanca, Morocco.
SALIM AHMED
Laboratory of Physical Chemistry of Applied Materials (LCPMA), Ben M'Sik Faculty of Science, Hassan II University-Casablanca., Morocco.
ABDERRAHIM JRIFI
Laboratory of Intelligent Systems, Industrial and Mechanical Engineering (LISIME) – ENSAM Hassan II university, Casablanca, Morocco.
OMAR FANIDI
Laboratory of Intelligent Systems, Industrial and Mechanical Engineering (LISIME) – ENSAM Hassan II university, Casablanca, Morocco.

ABSTRACT:

Activated carbon was successfully produced from bamboo, an abundant and low-cost lignocellulosic resource found in Morocco and across various African regions, via a physico-chemical activation process involving potassium hydroxide (KOH) and carbon dioxide (CO_2) at 850 °C for 2 hours. The synthesized adsorbent was tested for its capacity to remove methylene blue (MB) dye from aqueous media at 30 °C. Equilibrium adsorption behavior was best described by the Langmuir isotherm model, revealing a maximum monolayer adsorption capacity of 454.2 mg/g, indicative of uniform surface adsorption. Kinetic studies employing both pseudo-first-order and pseudo-second-order models showed that the latter provided a superior fit to the experimental data, implying that the dye uptake mechanism is primarily chemisorptive in nature. The kinetic constants were also calculated to gain deeper insight into the adsorption dynamics. Overall, the results underline the promise of bamboo-based activated carbon as a high-performance and sustainable material for the treatment of dye-laden wastewater.

Keywords: Activated carbon, Bamboo, Methylene blue, Adsorption isotherms, Adsorption kinetics, Dye removal

WASTEWATER TREATMENT USING ALGAE FOR BIOFUEL PRODUCTION

Bate Garba Barde
Adamu Abdullahi
Department of Environmental Sciences, Federal University Dutse, Jigawa State, Nigeria

Abstract: Human civilization and industrialization requires so much energy input and generates a lot of wastewater which negatively affects the environment and health. This research was conducted to explore the potential of algae cultivation in wastewater for efficient biofuel production and water treatment. About 15 liters of wastewater was collected from the discharge points within the Tokarawa Industrial Area using properly cleaned and sterilized plastic containers and stored at 4°C. Algal samples were collected from drainage in the Federal University Dutse campus using a sterilized sieve and transported to the laboratory where they were cultivated for 15 days using wastewater in plastic containers under artificial LED light and the physicochemical properties were monitored using their respective meters. Algae were identified, their yield was determined by drying and weighing the total biomass while their efficiency for biofuel production was determined by proximate analysis and lipid extraction using ethanol as the solvent. Relationships between wastewater physicochemical properties and algal growth as well as between total biomass and lipid content were determined using correlation analysis. Mean pH of wastewater before and after algal growth were 6.90 ± 0.05 and 7.1 ± 0.05 respectively, temperature was 29.80 ± 0.30 °C and 27.00 ± 0.20 °C respectively while electrical conductivity was 842.7 ± 7.0 µS/cm and 410.5 ± 5.0 µS/cm respectively. *Spirogyra sp.* was the only algal species identified, it had 30.01 ± 2.12g and its proximate composition was 27.2% lipid, 0.5% protein, 6.55% ash, 3.25% fiber, 60.26% carbohydrate and 2.24% moisture. Lipid extraction yielded about 4.11 ± 0.25 ml which related positively with the total biomass ($r>0.05$). More options for algal wastewater treatment and biofuel production should be explored as they have strong potential for bioethanol and biodiesel production.

Key words: Wastewater; Biofuel; Algae; Proximate analysis; Lipid extraction

NEUROBIOLOGICAL MECHANISMS THROUGH WHICH PHYSICAL EXERCISE MAY SLOW THE PATHOPHYSİOLOGY OF ALZHEİMER'S DİSEASE: A MİNİ-REVIEW

Jihane HILALI[1]*,
Rochdi DAIBI[2], Anas ANAYOUB[3],
Mariam BEN SAGUA[4],Lamiae ZEROUAL[5],
Amina El IMAM[6],
Amine ARFAOUI[1],
Bouchra TAIB[1]

[1] Institute of Sports Professions, Interdisciplinary Laboratory of Sport Sciences, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco

[2] Laboratory of Biology and Health, Faculty of Sciences, Ibn Tofail University, Kenitra, Morocco

[3] **Laboratory of Nervous System Diseases, Neurosensory Disorders, and Disability,**Faculty of Medicine and Pharmacy of Casablanca , Morocco

[4]**Mohammed V Military Teaching Hospital, Rabat,Faculty of Medicine and Pharmacy of Rabat,** Morocco

[5]**Laboratory of Sciences, Simulation and Health (L3S),Mohammed VI University of Health Sciences Faculty of Medicine, Casablanca (FM6MC), Morocco**

[6]Natural Resources, Health and Environment Laboratory, Moulay Ismail University, Meknès, Morocco

Abstract

Introduction:

Alzheimer's disease (AD) develops through a multifactorial cascade involving amyloid-β accumulation, Tau hyperphosphorylation, neuroinflammation, mitochondrial dysfunction, vascular impairment, and progressive synaptic loss. While pharmacological treatments offer limited disease-modifying effects, physical exercise has emerged as a promising non-pharmacological approach capable of engaging multiple protective biological pathways simultaneously.This mini-review synthesizes recent advances (2020–2025) describing how physical exercise influences key neurobiological mechanisms implicated in AD progression.

Methods:

A narrative analysis of recent mechanistic studies, translational animal models, biomarker-based human interventions, and contemporary systematic reviews was conducted to identify converging mechanistic pathways responsive to exercise.

Results:

Current evidence indicates that exercise enhances neuronal resilience by increasing BDNF expression, stimulating neurogenesis, and activating the FNDC5/irisin axis that mediates muscle–brain communication. Exercise further modulates AD-specific pathology by reducing amyloid production, facilitating Aβ clearance, and attenuating Tau hyperphosphorylation. In

parallel, it exerts anti-inflammatory effects by shifting microglial activation toward reparative phenotypes, lowering pro-inflammatory cytokines, and improving mitochondrial function. Exercise also strengthens neurovascular health by increasing cerebral blood flow, promoting angiogenesis, enhancing endothelial function, and improving glucose utilization and insulin sensitivity. Emerging evidence highlights the role of exercise-induced myokines in regulating hypothalamic and neuroendocrine pathways relevant to early AD pathophysiology.

Conclusion:

Physical exercise represents a biologically rich, multi-target intervention capable of modulating several core mechanisms underlying AD. These combined effects position exercise as a powerful strategy to enhance brain resilience and potentially slow disease progression. Further mechanistic trials are needed to refine optimal exercise parameters and clarify the translational role of myokines such as irisin.

Keywords: Neurobiological mechanisms; physical exercise; Alzheimer's disease; neuroplasticity; BDNF; FNDC5/irisin pathway; amyloid-β; Tau pathology; neuroinflammation; neurovascular and metabolic regulation.

SUSTAINABLE SOIL MANAGEMENT: HOW OMFS IMPROVE MICROBIAL ACTİVİTY AND CARBON SEQUESTRATİON

Zakaria ASBAI
Hassan II University of Casablanca, Faculty of Sciences and Techniques Mohammedia, Laboratory of Biochemistry, Environment and Agri-Food, URAC36, 20650 Mohammedia, Morocco.
Morad Kaddouri
Laboratory of the Engineering and Applied Technologies, Higher School of Technology, Sultan Moulay Slimane University, Beni Mellal 23000, Morocco
ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-2748-3973
Nadia BOUTALEB
Hassan II University of Casablanca, Faculty of Sciences and Techniques Mohammedia, Laboratory of Biochemistry, Environment and Agri-Food, URAC36, 20650 Mohammedia, Morocco.

Abstract

Fertilizers play a critical role in increasing crop productivity and maintaining soil fertility, yet their excessive use often leads to nutrient losses, soil degradation, and environmental pollution. Organo-mineral fertilizers (OMFs) with slow and controlled nutrient release offer a sustainable alternative that enhances soil microbial activity, promotes carbon sequestration, and improves overall soil health.

This study investigates the formulation and performance of OMFs coated with an eco-friendly, biological polymer—pectin extracted from orange peels—known for its gelling and stabilizing properties. The coating acts as a natural barrier regulating nutrient diffusion, contributing to controlled-release fertilizer (CRF) behavior and creating favorable conditions for microbial processes within the soil. Agro-industrial waste was valorized through aerobic and anaerobic biotransformation to produce nutrient-rich biofertilizers, which were then combined with phosphogypsum (PG) to develop OMF blends aimed at enhancing soil functionality and long-term carbon storage.

A comprehensive characterization was performed using FTIR, SEM, pH analysis, NPK release kinetics, germination tests, and fertilization trials. Coated formulations—particularly M2 (compost-based) and M5 (50% compost–50% PG)—exhibited significantly slower nutrient release, with M2 releasing only 22.05 (±1.43)% nitrogen over 28 days and M5 releasing 33.17 (±2.16)% phosphorus and 25 (±1.45)% potassium within the same period. These controlled-release patterns help maintain nutrient availability for soil microorganisms, support organic matter stabilization, and reduce nutrient leaching.

The results demonstrate that OMF-based CRFs enhance nutrient use efficiency while improving microbial activity, soil structure, and carbon retention capacity—key components of sustainable

soil management. This approach aligns with climate-smart agriculture principles and contributes to Sustainable Development Goals 2, 12, and 13 by promoting resource-efficient fertilization strategies and minimizing environmental impact.

Keywords: Controlled-release systems, Pectin, Liquid digestate, Nutrient use efficiency (NUE), Phosphogypsum, Soil health, Carbon sequestration

SKIN BIOSENSORS AND WEARABLE ENDOCRINE MONITORING: A NEW FRONTIER IN DERMATOLOGIC–ENDOCRINE DIAGNOSTICS

Fazna Fara Abdulla
MD Student, David Tvildiani Medical University
Iuri Migriauli
PhD Candidate, David Tvildiani Medical University; Lecturer, Alte University

Abstract:

The skin is rapidly emerging as a powerful diagnostic window into endocrine physiology. Advances in wearable biosensors now allow continuous, non-invasive detection of hormonal and metabolic markers directly from the skin's surface, offering new opportunities to link dermatologic findings with underlying endocrine dysfunction. This narrative review highlights recent developments in skin-integrated biosensing technologies and their potential to transform diagnostic approaches in both dermatology and endocrinology.

Flexible microfluidic patches, electrochemical epidermal sensors, and microneedle-based platforms can now sample sweat and interstitial fluid with increasing precision. Studies demonstrate that epidermal glucose sensors deliver near–laboratory-level accuracy, supporting earlier recognition of dysglycemia and improving day-to-day metabolic monitoring . Equally noteworthy are emerging cortisol biosensors—using nanoporous membranes, enzymatic reactions, or graphene-based electrodes—that enable real-time tracking of stress hormones and may support the evaluation of adrenal disorders and stress-responsive skin diseases .

These technologies create a new interface between hormonal data and skin physiology. By simultaneously assessing biochemical markers alongside parameters such as hydration, pH, and inflammation, wearable sensors have the potential to reveal patterns that contribute to conditions like acne, hidradenitis suppurativa, and atopic dermatitis—disorders long suspected to involve endocrine influences. Early work integrating machine learning with sensor outputs suggests that endocrine-driven dermatologic flares may one day be predicted before clinical symptoms appear. Despite this promise, challenges remain. Sweat rate variability, environmental effects, calibration issues, and long-term skin compatibility can affect accuracy. Microneedle-based systems help address some limitations by providing stable interstitial fluid sampling with minimal discomfort (4,5). Considerations regarding data security and the ethics of continuous hormonal monitoring must also be addressed as these technologies expand.

Overall, wearable skin biosensors represent a rapidly evolving frontier that unites dermatology, endocrinology, and bioengineering. As evidence grows, these devices may shift endocrine

diagnostics from sporadic laboratory testing to continuous, personalized monitoring—offering earlier detection, more precise management, and a deeper understanding of how hormonal physiology manifests within the skin.

Keywords: skin biosensors, wearable sensors, endocrinology, dermatology, glucose monitoring, cortisol, microneedles, non-invasive diagnostics

Reference:

Ju, J., Li, L., Regmi, S., Zhang, X., & Tang, S. (2022). Microneedle-Based Glucose Sensor Platform: From Vitro to Wearable Point-of-Care Testing Systems. Biosensors, 12(8), 606. https://doi.org/10.3390/bios12080606

Yuan, X., Ouaskioud, O., Yin, X., Li, C., Ma, P., Yang, Y., Yang, P. F., Xie, L., & Ren, L. (2023). Epidermal Wearable Biosensors for the Continuous Monitoring of Biomarkers of Chronic Disease in Interstitial Fluid. Micromachines, 14(7), 1452. https://doi.org/10.3390/mi14071452

Jo, S., Sung, D., Kim, S., & Koo, J. (2021). A review of wearable biosensors for sweat analysis. Biomedical engineering letters, 11(2), 117–129. https://doi.org/10.1007/s13534-021-00191-y

Yuan, X., Ouaskioud, O., Yin, X., Li, C., Ma, P., Yang, Y., Yang, P. F., Xie, L., & Ren, L. (2023). Epidermal Wearable Biosensors for the Continuous Monitoring of Biomarkers of Chronic Disease in Interstitial Fluid. Micromachines, 14(7), 1452. https://doi.org/10.3390/mi14071452

Zafar, H., Channa, A., Jeoti, V., & Stojanović, G. M. (2022). Comprehensive Review on Wearable Sweat-Glucose Sensors for Continuous Glucose Monitoring. Sensors (Basel, Switzerland), 22(2), 638. https://doi.org/10.3390/s22020638

NEURODERMATOLOGY AND BANNAYAN RILEY RUVALCABA SYNDROME: INTEGRATİNG DERMATOLOGİCAL INDİCATORS, NEUROLOGİCAL RİSKS, AND EMERGING PRECISION THERAPIES

Fazna Fara Abdulla,

DTMU, Tbilisi, Georgia,

Abstract:

Background: Bannayan Riley Ruvalcaba syndrome BRRS is a rare autosomal dominant disorder within the PTEN hamartoma tumor syndrome spectrum characterized by macrocephaly multiple lipomas intestinal polyposis and pigmented penile macules. Neurological features including developmental delay autism spectrum disorders and seizures are increasingly recognized. Neurodermatology provides a framework for early recognition and management of these complex phenotypes.

Objective: To review current knowledge of BRRS in the context of neurodermatology highlighting molecular mechanisms diagnostic strategies and emerging therapeutic approaches.

Methods: A narrative literature review was conducted using PubMed Embase and Web of Science from 2000 to 2025 with keywords Bannayan Riley Ruvalcaba syndrome PTEN hamartoma tumor syndrome neurocutaneous neurodermatology and precision therapy. Emphasis was placed on mechanistic studies translational research and reports on innovative treatments.

Results: BRRS arises from germline PTEN mutations causing dysregulation of the PI3K AKT mTOR pathway. Dermatological features such as lipomas hemangiomas and pigmented macules often precede neurological manifestations. Somatic mosaicism contributes to variability and advanced sequencing improves diagnostic sensitivity. Neurological complications include developmental delay autism spectrum disorders and occasional epilepsy emphasizing multidisciplinary care.

Emerging therapies include mTOR inhibitors such as sirolimus and everolimus effective in related hamartoma syndromes and potentially applicable to BRRS. PI3K and AKT inhibitors under oncology investigation may offer pathway directed treatments. Neurobehavioral interventions are integrated with pharmacologic approaches for autism and neurodevelopmental manifestations. Cutting edge strategies including CRISPR Cas9 and AAV mediated gene therapy targeting PTEN dysregulation show proof of concept in experimental models. Combining skin biopsy molecular diagnostics with neuroimaging biomarkers allows earlier detection of CNS involvement. International registries provide longitudinal data essential for risk assessment and management.

Conclusions: BRRS exemplifies how dermatological signs can predict neurological and systemic disease. Advances in molecular diagnostics pathway targeted therapies and gene directed

strategies are shifting management from supportive care toward precision medicine. Multidisciplinary neurodermatology frameworks are essential for optimizing outcomes in this rare syndrome.

Keywords: neurodermatology; Bannayan Riley Ruvalcaba syndrome; PTEN; mTOR; precision medicine

THE MODERN TRANSLATOR'S TOOLKİT: THE IMPORTANCE OF MATECAT, LOKALİSE, TRADOS STUDİO, AND PHRASE

Narjes Asgari Vartooni
(MA Student of Translation Studies/ University of Isfahan)
Dr. Mahmoud Afrouz
(Associate Professor/ University of Isfahan)

The image of the traditional scholar seated among paper dictionaries has long been surpassed. In today's fast-paced digital world, a translator's success depends significantly on their mastery of technology. This article is on the importance of using translation tools: "Matecat, Lokalise, Trados Studio, Phrase". It explores how Computer-Assisted Translation (CAT) tools and Translation Management Systems (TMS) have become essential components of professional English translation. We examine four leading industry tools, each serving a unique purpose. Trados Studio is presented as the industry standard—a powerful desktop application that ensures long-term consistency through its robust translation memory. Matecat stands out as an accessible, web-based alternative that facilitates team collaboration and offers strong machine translation integration. Lokaliseis discussed for its specific strengths in the tech world; this tool bridges the gap between translators and software developers for app and website localization. Finally, Phrase is examined as a comprehensive enterprise solution that automates complex workflows for large teams. The significance of these tools lies in three key areas: speed, consistency, and quality assurance. By "remembering" previous translations and managing terminology, they enable translators to work much faster and avoid repetitive mistakes. They also make it possible for multiple people to work on a project simultaneously. In conclusion, for today's English language translator, familiarity with these tools is no longer an optional preference but a critical professional skill necessary for survival and success.

Keywords: Translation Technology, Matecat, Lokalise, Trados Studio, Phrase

THE LIFE CYCLE ASSESSMENT OF SINGLE-USE PLASTIC BAGS: EVALUATING PYROLYSİS OİL AS A RECYCLİNG OPTİON OF THE CİRCULAR ECONOMY

Md Abul Hussain
Department of Environmental Sciences, Jahangirnagar University, Dhaka 1342, Bangladesh;
Mirza A.T.M. Tanvir Rahman
Department of Environmental Sciences, Jahangirnagar University, Dhaka 1342, Bangladesh;
Muhammad Tawhidul Islam
HMS Research Centre, Jamalpur-2000, Bangladesh;
Abdul Kader Ibne Kamal
Department of Environmental Sciences, Jahangirnagar University, Dhaka 1342, Bangladesh;
M A Taher
Acumen Architects and Planners Ltd., Dhaka-1207, Bangladesh;

Abstract

Plastic materials, polyethylene, are globally used as single-use plastic (SUP) bags in groceries and other applications. Despite widespread SUP use increasing landfill waste in Bangladesh, research on converting SUP waste to fuel and assessing environmental impacts remains limited. This study employed Life Cycle Assessment (LCA) to evaluate the environmental impacts of four single-use plastic bag types—HDPE, recycled HDPE, LDPE, and recycled LDPE—while evaluating pyrolysis-derived oil production and quality from landfill waste to support circularity. The EF 3.0 method in Ecochain Mobius software analyzed Cradle-to-Grave (landfill), Cradle-to-Cradle (granular production), and Cradle-to-Cradle (pyrolysis process) scenarios. The highest carbon footprints were 3.74–5.22 kg CO_2-eq for virgin HDPE and LDPE, while recycled variants showed lower values of 1.83–3.38 kg CO_2-eq, emphasizing the environmental benefits of recycling. Pyrolysis yielded 69% crude oil in the primary stage, which was subsequently refined to produce 65%, 14%, and 13% oil fractions in samples 1, 2, and 3, respectively. The refined oil samples exhibited calorific values, densities, and sulfur contents were 40.43–46.31 MJ/kg, 0.664–0.774 g/mL, and 0.423–0.502% for S1 to S3, but the octane numbers of S1 and S2 were 82.2 and 87.8. Granular production has advanced SUP reuse, while pyrolysis offers a promising alternative for non-recyclable plastics, fostering a circular economy and employment. However, sulfur content in pyrolysis oils exceeded national standards, requiring further refinement for safe use. These findings highlight recycling and pyrolysis as viable strategies to reduce plastic pollution and mitigate environmental impacts in Bangladesh.

TRANSFORMATIVE LEARNING IN HIGHER EDUCATION: UNPACKING THE ROLE OF AI TUTORS AS COLLABORATİVE PEDAGOGİCAL PARTNERS

Dr. Almas Shoaib
Assistant Professor and IEAL Lead, Center of Educational Innovation, UMT.
Dr. Raja Noshad Jamil
Director Center of Educational Innovation, UMT.
Umair Khan
Project Lead Center of Educational Innovation, UMT.
Dr. Aisha Sami
Dr. Aqila Rafique
Assistant Professor, Center of Educational Innovation, UMT.

Abstract:

Contemporary higher education requires flexible, student-centered approaches that support deeper and more transformative learning experiences. At the University of Management and Technology (UMT), many undergraduate students face challenges such as low engagement, limited personalization, and heavy reliance on traditional instructional methods. The emergence of generative artificial intelligence (AI) offers opportunities to reimagine learning by positioning AI tutors as collaborative pedagogical partners. This case study examines how the ChatBots AI Tutor was implemented across four BS-level courses; Applications of IT, Calculus I, Principles of Marketing, and Everyday Science: to explore its role in fostering transformative learning. Data were collected from 100 undergraduate students across first to fourth semesters and multiple disciplines. Findings show strong uptake and meaningful engagement: 86.1% of students actively used the AI Tutor, 92.4% reported receiving clear and structured guidance, and 83.5% participated in in-class demonstrations. Students highlighted significant learning benefits, including concept clarification (72.1%), increased autonomy in completing assignments (69.6%), and interest in expanding AI tutor integration to additional subjects (77.2%). These results suggest that generative AI, when supported by institutional readiness and ethical safeguards, can function as a collaborative pedagogical partner that enhances reflection, autonomy, and engagement, key components of transformative learning. The study recommends developing structured AI integration policies, faculty training programs in AI-supported pedagogy, and clear ethical guidelines to ensure responsible use. Future research should investigate longitudinal impacts, adaptability across disciplines, and emerging partnerships between faculty and AI systems to sustain transformative teaching and learning.

Keywords: Generative AI, transformative learning, AI tutors, collaborative pedagogy, undergraduate students, higher education, ChatBots AI Tutor, teaching innovation.

GOOD MANUFACTURING PRACTICE

By S.Shakthi Sree
D.Aravindhan
S.Swapana
Dr.Lavanya Babu.
Bharath Institute of Higher Education and Research , Selaiyur Chennai-73.
ORCID Number – 0009-0006-8770-8942.

Abstract :

Good Manufacturing Practice (GMP) comprises a set of internationally recognized guidelines and regulatory standards designed to ensure the quality, safety, and consistency of pharmaceutical, food, and cosmetic products. GMP principles govern all aspects of production—from raw material sourcing and equipment validation to documentation, personnel hygiene, and facility design—to minimize risks that cannot be eliminated through final product testing alone. By enforcing robust quality management systems, process controls, and continuous monitoring, GMP helps manufacturers prevent contamination, mix-ups, deviations, and product defects. Compliance with GMP not only protects consumer health but also strengthens product reliability, enhances regulatory approval prospects, and supports global trade. As industries continue to evolve with advanced technologies and stricter regulatory expectations, adherence to GMP remains essential for maintaining high standards of manufacturing excellence and ensuring public trust.

Keywords – Good manufacturing practice, equipment validation , global trade.

THE ROLE OF AS SUNNAH FOUNDATION IN COMBATING POVERTY AND UNEMPLOYMENT İN BANGLADESH : A REVİEW FROM THE PERSPECTİVE OF SOCİAL JUSTICE

Dr. Muhammad Nasir Uddin
Adjunct Faculty, Department of Islamic Studies, Bangladesh Islami University, Dhaka, Bangladesh
(Corresponding author)
Muhammad Nezam Uddin
PhD researcher, Bursa Uludag University

ABSTRACT

Poverty and unemployment remain two of the most persistent socioeconomic challenges in Bangladesh, disproportionately affecting vulnerable populations and hindering the attainment of social justice. Within this context, faith-based civil society organizations play a significant complementary role alongside state-led initiatives. The As-Sunnah Foundation represents one such institution of Bangladesh that mobilizes Islamic social finance, particularly zakat, sadaqah, and community donations to provide structured poverty alleviation, employment generation, and skill-development interventions. This study lies in examining how an Islamic nonprofit organization translates religious obligations into sustainable development practices and measurable socioeconomic outcomes.

The existing literature on zakat institutionalization, Islamic social justice, and faith-based welfare activities highlights the potential of organized zakat distribution in reducing structural poverty. Building upon this literature, the present study reviews the As-Sunnah Foundation as a case that operation lies these theoretical principles at the grassroots level.

This research employs a mixed method approach, where document analysis used as part of qualitative research and field observation used to collect quantitative data. Organizational reports, case-based evidence, various books, journal articles, institutional publications, and publicly available statistical sources also used in this research. The study also examines project-specific information regarding beneficiary selection processes, financial policies, training programs, and development initiatives.

The results indicate that the As-Sunnah Foundation plays a significant role in reducing poverty and unemployment by focusing on sustainable, skill-oriented, and productivity-based interventions. The “Individual Self-Sufficiency (Shabolombi) Project” alone has provided income-generating tools to 5,129 beneficiaries, enabling many to transition from dependency to stable income generation. Skill development programs have trained nearly 2,500 youths, many

of whom secured employment or began entrepreneurial activities. Seasonal relief, disaster response programs, and student housing initiatives further contribute to social protection and equal opportunity. Overall, the findings demonstrate that an institutional and transparent zakat-based model can serve as an effective mechanism for promoting social justice, economic empowerment, and community resilience in Bangladesh.

Key word: Poverty elevation, Unemployment, Social Justice, Sustainable development.

DEEP LEARNING MODELS FOR FINANCIAL FORECASTING: ADVANCEMENTS, CHALLENGES, AND PRACTICAL IMPLICATIONS

BOUNEFLA Alia
ZAID Haizia
National School of Statistics and Applied Economics, Kolea, Algeria

Abstract. This study aims to investigate the application of deep learning techniques in financial modeling, focusing on their effectiveness in predicting market trends, assessing risks, and detecting anomalies.

We employ a deep learning architecture, including recurrent neural networks (RNNs), to model time-series data from stock prices, credit risk metrics, and transaction records. The models are trained and validated using historical financial datasets, benchmarked against classical statistical and machine learning approaches. Performance metrics such as accuracy, precision, recall, and computational efficiency are systematically analyzed.

The results demonstrate that this model models significantly outperform baseline methods in capturing complex temporal dependencies and nonlinearities inherent in financial data.

This research highlights deep learning's potential to transform financial modelling by providing enhanced predictive power and adaptability. The findings underscore deep learning as a pivotal tool for advancing AI-driven financial analytics and decision-making

Keywords: Predictive analysis, Artificial neural networks, Market trends, Financial modeling

LEVERAGING YOUTH LED DIGITAL INNOVATION FOR SUSTAINABLE COMMUNİTY DEVELOPMENT İN RURAL AREAS: A CASE STUDY APPROACH

Olorunlogbon Sunday Olorunnipa
Affiliate: Quintessential College, Ibadan, Oyo State, Nigeria

Abstract

Rural communities across low- and middle-income countries continue to face systemic development barriers, including limited access to markets, digital exclusion, weak infrastructure, and marginal participation in decision-making processes. At the same time, the rapid diffusion of affordable digital technologies has created new opportunities for youth-led innovation to serve as a transformative driver of community development. This study examines how rural youth in selected communities in Oyo State, Nigeria, leverage digital platforms, mobile tools, and grassroots innovation ecosystems to address local socio-economic challenges. Using a qualitative case study approach involving interviews, focus groups, participant observation, and document review across three communities, the paper identifies key categories of youth-led digital solutions, including agritech platforms, mobile-based learning hubs, environmental monitoring applications, and digital commerce systems. Findings reveal that youth innovators contribute to enhanced agricultural productivity, improved educational access, waste management efficiency, and increased household incomes. However, infrastructural gaps, limited funding, low digital literacy, and inadequate policy support constrain scalability. The paper concludes by presenting a framework for strengthening community-driven digital ecosystems through multi-stakeholder partnerships, inclusive capacity-building initiatives, and rural digital policies aligned with SDGs 4, 8, 9, and 11.

Keywords: youth-led innovation; digital technology; rural development; case study; sustainable development; Nigeria

AN ACCELERATED FOURTH-ORDER FİTTED NUMERİCAL APPROACH FOR SİNGULARLY PERTURBED REACTİON-DİFFUSİON PROBLEMS OF SMALL Time Lag

Amare Worku Demsie[1, 2*], Awoke Andargie Tiruneh[1] and Endalew Getnet Tsega[1]
[1] Department of Mathematics, College of Science, Bahir Dar University, P. O. Box: 79, Bahir Dar, Ethiopia
[2] Department of Mathematics, College of Natural and Computational Sciences, Woldia University, P. O. Box: 400, Woldia, Ethiopia
ORCID: 0000-0001-5866-8722

Abstract

In this paper, we study singularly perturbed parabolic reaction–diffusion problems with a small time lag, which commonly appear in biological, chemical, and population models. The small diffusion parameter ε $(0 < \varepsilon \ll 1)$ creates sharp boundary layers where standard numerical methods lose accuracy. To overcome this, we develop an accelerated fourth-order fitted scheme combining Crank–Nicolson and non-standard finite differences on uniform meshes. Stability and convergence analyses show that the method is uniformly convergent with respect to the perturbation parameter ε . Numerical tests on three benchmark problems confirm its superior performance and support the theoretical results.

Keywords: Singularly perturbed problem; Crank-Nicolson approach; Nonstandard finite difference scheme; uniformly convergent scheme; Double mesh principle; Richardson extrapolation technique.

TRANSLATION OF CHİLDREN'S LITERATURE IN THE AI ERA: PRESERVING WONDER İN AN ALGORİTHMİC AGE

Narjes Asgari Vartooni

(MA Student of Translation Studies/ University of Isfahan)

Fatemeh Aghakhani Chegeni

(PhD Candidate of Translation Studies / University of Isfahan)

Mahmoud Afrouz

(Associate Professor/ University of Isfahan)

The advent of artificial intelligence (AI) and neural machine translation (NMT) has transformed the translation industry, yet children's literature remains the "final frontier" for these technologies. Unlike technical or legal texts where informational accuracy takes priority, children's literature heavily relies on sound, rhythm, cultural nuances, and the interaction between text and image. This paper explores the friction between the data-driven logic of AI and the creative, sometimes imaginative nature of stories specifically for children. The challenges are numerous. First, AI models often struggle with the creative linguistic deviations common in this genre—neologisms, wordplay (mainly pun), and nonsense verse—typically reducing them to overly literal and nonsensical translations. Second, the "dual audience dilemma" (both the child and the adult purchasing the book) requires tonal sophistication and nuance that current algorithms often overlook and make translations either too formal or too simplistic. Third, AI lacks multimodal awareness; it translates text in isolation, remaining blind to the illustrations that are integral to the narrative. It may result in contradictions between text and image. To address this situation, we propose a human-centered hybrid workflow. We argue against the full automation of translating children's texts and instead advocate for the use of AI as a "scaffolding tool." Solutions include developing genre-specific corpora to train models on age-appropriate language for children and elevating post-editing (PEMT) to an artistic and creative level—where the human translator acts as a "cultural guardian" and stylistic polisher. Ultimately, while AI can help increase speed, the "soul" of a children's book—its ability to evoke wonder—remains a uniquely human skill or competancy.

Keywords: Translation of Children's Literature; Artificial Intelligence; Neural Machine Translation; Post-editing

GREEN INFRASTRUCTURE FOR CLİMATE-RESILIENT URBAN GROWTH İN BANGLADESH: A CONCEPTUAL FRAMEWORK FOR POLİCY AND PRACTİCE

Md. Safiuz Zaman,
Agricultural University, Bangladesh.
Khulna
Most. Ayesha, Khulna Agricultural University, Bangladesh

Rapid urbanization in Bangladesh's major cities, particularly Dhaka and Chattogram, is intensifying climate risks such as recurrent flooding, heat stress, ecological degradation, and the loss of green spaces. Conventional grey infrastructure has proven insufficient, while retrofitting existing neighborhoods is costly and disruptive.A focused literature review was conducted, drawing on international experience with multifunctional Green Infrastructure (GI) such as rooftop gardens, pocket parks, constructed wetlands, and vegetated buffers. Design principles and governance lessons were analyzed and synthesized to develop a Bangladesh-specific conceptual framework for new urban developments.The proposed framework integrates GI as core site elements in urban projects and couples them with enabling mechanisms including policy integration in building approvals, developer incentives, clear performance metrics, and locally led participation in design, stewardship, and monitoring.This approach positions GI as a planning requirement rather than a supplementary option, offering co-benefits such as flood mitigation, urban cooling, biodiversity support, improved water quality, and enhanced food/amenity provision. The framework provides policymakers, planners, and developers with an actionable pathway to scale climate-resilient, livable urban growth in Bangladesh, aligning with locally led adaptation and sustainable governance priorities.

Keywords : Green infrastructure; climate resilience; urban planning; Bangladesh; policy framework

A QUALITATIVE STUDY ON THE SOCIAL DYNAMICS BETWEEN PHARMACY SHOPKEEPERS AND SLUM COMMUNİTİES İN SYLHET, BANGLADESH

Md Syful Isla
Department of Anthropology, Shahjalal University of Science and Technology, Sylhet, Bangladesh
Faria Binte Arif
Lecturer, Department of Anthropology, Shahjalal University of Science and Technology, Sylhet, Bangladesh

Abstract

Antibiotic resistance has emerged as a pressing global health crisis in low- and middle-income countries. Recently, uncontrolled antibiotic taking practices of slum dwellers become an important issue and their practice of antibiotic use is a serious social problem. Therefore, this study examined the social relationship patterns between slum dwellers and local pharmacy shopkeepers in Sylhet, which contributes to unregulated antibiotic use. This study employed qualitative research design by applying In-depth Interview (n=10), Key Informant Interview (n=3) and case study method (n=3). This study was conducted in the selected slums of Sylhet city. Participants have been selected through purposive sampling. Data were analyzed through thematic analysis to identify key patterns and themes. This study explored the informal social connections between local pharmacy shopkeepers and slum dwellers in Sylhet, revealing the reasons that drive widespread use of antibiotics without prescription. The convenience of simple access, affordability, and the perception of pharmacy sellers as trusted members of the community foster strong reliance on these local providers. However, limited accessibility and responsive from the formal healthcare increase the dependence on local pharmacies. These relationships facilitated prescription-free antibiotic use, highlighting key social and economic influences on medication practices in slum settings. The participants expressed openness and comfort while communicating pharmacy shopkeepers compared to healthcare professionals. To reduce the anti-microbial resistance, a pharmacist can play a crucial role. This study showed how the social ties with pharmacy shopkeepers lead the slum dwellers the unregulated and inappropriate antibiotics. Critical medical anthropology emphasizes the structural factors influencing health behaviors, such as poverty, social exclusion, and inadequate public healthcare infrastructure. Moreover, these social ties are embedded in the lived experiences of slum residents that also linked to their flexible hours and proximity, accommodating the work schedules of slum dwellers, thus reinforcing the social and economic interdependence between shopkeepers and the community.

Keywords: antimicrobial resistance, pharmacy shopkeepers, informal healthcare, social relationship, slum dwellers.

DIETARY DIVERSITY AND BIOFORTIFIED CROPS AMONG YOUTH AND WOMEN FARMING HOUSEHOLDS IN GWAGWALADA

Okwor Mary Ijeoma
Africa Projects Development Centre, Abuja
Sodiq Adetunji Adekola
Centre for Health Systems Support and Development, University of Abuja

Introduction:

Dietary diversity is a recognised indicator of diet quality and micronutrient adequacy, particularly in low-resource settings where starchy staples dominate diets (FAO, 2021). Youth and women in farming households face increased vulnerability to micronutrient deficiencies due to high nutrient requirements and limited diet variety.

Aim:

To assess dietary diversity and the role of biofortified crops in reducing micronutrient deficiencies among youth and women farming households in Gwagwalada Area Council, FCT.

Method:

A descriptive cross-sectional study using pre-existing anonymised data from 200 farming households. Data were analysed using descriptive statistics, chi-square tests and logistic regression with $p < 0.05$ as the significance threshold.

Results:

Only 38.5% met minimum dietary diversity. Awareness of biofortified crops was low (<35%). Weekly consumption was below 4% across all crops. Consumption of biofortified crops was significantly associated with better dietary diversity ($p = 0.004$). Education, farmer group membership and extension contact were significant predictors of adoption.

Conclusion:

Dietary diversity is low among youth and women farming households in Gwagwalada. Biofortified crops remain underutilised despite their potential contribution to micronutrient adequacy.

Recommendation:

Scale up extension services, awareness programmes, and access to biofortified planting materials to improve diets of vulnerable households.

Keywords: Dietary diversity, Biofortification, Women farmers, Youth, Micronutrient deficiency, Gwagwalada.

ASSESSING POTENTIAL VARIABLES OF STRESS MANAGEMENT AMONG WORKING ADULTS OF HIGHER INSTITUTIONS IN ONDO STATE

Omolola Justinah Awosika
Department of Public Health, Wesley University, Ondo, Ondo State, Nigeria.
Orcid ID: 0009-0000-9061-2526

Abstract

Stress is an unavoidable part of modern working life. For working adults, the workplace is a significant source of stress, making its prevalence in the academic environment a public health concern. The objective of this study was to assess variables that influence stress management among working adults of higher institutions in Ondo West Local Government Area of Ondo State, Nigeria. A cross-sectional research design was used in this study. The study population comprised 1967 working adults from higher institutions in the Ondo West Local Government Area of Ondo State, Nigeria. The sample size was 415 academic and non-academic working adults' staff, aged between 40 and 65 years. The stress management subscale of the Health Promoting Lifestyle Profile II (HPLP-II) developed by Walker et al. (1987) was adopted and was used for the collection of data in this study. The research questions were analysed with mean and standard deviation, while multiple linear regressions were used to test the null hypotheses at 0.05 level of significance. The findings of the study showed that education level (beta = .280, P = .223) and marital status (beta = .109, P = .478) made the strongest contribution in explaining stress management of working adults. It was concluded that educational level and marital status were strong variables of stress management among working adults of higher institutions. The study recommended that the government, school management and public health educators should provide evidence-based strategies for working adults of higher institutions to help mitigate stress within the educational settings, which will foster their overall quality of life.

Keywords: Stress, Stress management, higher institution, variables, working adult

IDENTİFİCATİON AND ANTİBİOGRAM ASSAY OF *STREPTOCOCCUS* SPP. İSOLATED FROM CATTLE FARM ENVİRONMENT

Md. Najmus Sakib
Annapurnna Ray
Faisal Ahmed
Md. Sabbir Hossain
Most. Surya Sharmin
K. M. Mozaffor Hossain
Department of Veterinary and Animal Sciences, University of Rajshahi, Rajshahi-6205
Bangladesh

Background

Streptococcus spp. are important pathogens of cattle, with environmental reservoirs contributing to disease transmission. Due to inadequate cleaning of housing, poor drainage systems, and improper manure management facilitate the survival and spread of *Streptococcus* spp. in the environment. This bacteria is found in cattle farms- soil, water, bedding, feed, and animal contact surfaces causing respiratory infection, skin infection, reproductive issues, strep throat, scarlet fever etc.

Objectives

1. Isolation and identification of *Streptococcus* spp. from cattle farm environment.
2. To evaluate the prevalence of *Streptococcus* spp.
3. Determination the antibiogram profiles of the isolated *Streptococcus* spp. using standard antimicrobial susceptibility testing methods.

Materials and methods

A total of 80 samples (soil, water, feces, and equipment) were collected from 8 upazillas of Rajshahi district for the isolation of *Streptococcus* spp.The isolates were identified based on colony morphology, staining, cultural and biochemical properties. In a sugar fermentation test *Streptococcus* spp. fermented dextrose, sucrose, lactose, maltose, and mannitol producing gas and acid as a byproduct. In the VP, catalase, and indole test, *Streptococcus* spp. showed negative results; however, the MR test showed positive results. The Kirby-Bauer disk diffusion method was used to assess the antibiotic susceptibility of isolated *Streptococcus* spp.

Results

The overall prevalence of *Streptococcus* spp. was 37.50% in cattle farm environment of Rajshahi district. The results of antibiotic sensitivity assay of the isolated *Streptococcus* spp. showed 60.00%, 53.33%, 50.00%, 36.67%, 40.00%, 30.00%, 46.67% sensitive to penicillin, ampicillin, amoxicillin,

ciprofloxacin, erythromycin, Sulfamethoxazole-trimethoprim, ceftriaxone, respectively. The isolates also showed 20.00%, 30.00%, 40.00%, 40.00%, 40.00%, 53.33%, 30.00% resistant to penicillin, ampicillin, amoxicillin, ciprofloxacin, erythromycin, Sulfamethoxazole-trimethoprim, ceftriaxone, respectively.

Conclusion

The findings of this study demonstrate that the cattle farm environment can serve as a significant ecological reservoir for *Streptococcus* spp., many of which are known to cause infections in cattle and humans. Misuse or overuse of antibiotics should be controlled by the appropriate authorities of the country.

Keywords

Streptococcus spp., farm environment, prevalence, antibiotic resistance.

MANAGEMENT OF ROOT-KNOT NEMATODE (*Meloidogyne* spp.) OF BRINJAL BY ORGANIC AMENDMENTS

Tasbiul Islam
Jakaria Hossain
Most. Olia Parvin Happy
Faculty of Agriculture, Hajee Mohammad Danesh Science and Technology University, Dinajpur-5200, Bangladesh

Abstract: Root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) are a significant constraint in brinjal (*Solanum melongena* L.) cultivation in Bangladesh, resulting in substantial yield and quality losses. This study aimed to evaluate the effectiveness of organic amendments and a chemical nematicide in managing nematode infestation under controlled conditions. Thirteen treatments were evaluated, including vermicompost at 20, 30, and 40 g/kg soil; mustard oil cake (MOC) at 4, 5, and 6 g/kg soil; farmyard manure (FYM) at 30, 40, and 50 g/kg soil; and Rugby 10G at 30, 40, and 50 mg/kg soil, with a control for comparison. All treatments significantly reduced nematode infestation and improved plant growth parameters compared to the control. The maximum nematode suppression and plant performance were recorded in the Rugby 10G at 50 mg/kg soil (T12), which eliminated gall formation and L2 stages at 90 days after transplanting. Among the organic treatments, MOC at 6 g/kg soil (T6) was most effective, reducing gall numbers to 4.66 and egg masses to 2.00, while increasing root length (32.37 cm), number of root branches (50.00), and fruit number (22.66) at 90 days after transplanting. Vermicompost at 40 g/kg soil (T3) significantly enhanced shoot length (89.03 cm) and fresh shoot weight (174.30 g). In contrast, FYM at 50 g/kg soil (T9) showed limited nematode suppression and recorded the lowest fruit number (12.00) at final observation compared to the control (T13), possibly due to enhanced microbial conditions that favoured nematode development. While the chemical treatment was most effective, its potential environmental risks limit long-term use. The results suggest that mustard oil cake at 6 g/kg of soil offers a cost-effective and eco-friendly alternative for managing root-knot nematodes and improving brinjal productivity under sustainable farming systems.

Keywords: Root-knot nematodes, Brinjal (*Solanum melongena*), Organic amendments, Mustard oil cake, Nematode management.

BINDU - A NON-INVASIVE BLOOD GROUP DETECTION SYSTEM USING FINGERPRINT

Talha Suhayeb Arko
Daffodil Institute of IT, Department of Computer Science & Engineering, Dhaka, Bangladesh
ORCID: 0009-0009-9908-5895
Nusrhat Jahan Sarker
Daffodil Institute of IT, Department of Computer Science & Engineering, Dhaka, Bangladesh
ORCID: 0009-0006-1413-4204

ABSTRACT

Every person has different fingerprints. One person's fingerprint does not match another person's fingerprint.so we can identify the fingerprint pattern, ridges, loops, whorls, arches, where the finger line stops every little detail of every blood group type fingertip image with help of deep learning and predict the blood type. This project is based on Machine learning and deep learning. It combined ML with an user friendly UI to present an integrated web system for blood group classification using fingerprint image. Using Python based machine learning server to analyses fingerprint image pattern and blood group prediction. A Node.js/Express backend used for safe data management and API services. It is React-based frontend for seamless user interaction form three primary parts of the solution. register themself, authenticate then Users upload their fingerprint images manually or by scanner, our high accuracy CNN model analysis the fingertips pattern and get blood group classification result by the system. Applying a dedicated dashboard, admin can supervise detections result and manages user. The machine learning server used to combine backend and called model API to predict the blood group and show the result to user. MongoDB use for reliable data storage. Through modernizing the blood group identification procedure, this project hopes to deliver a dependable, handy tool for use in medical sectors.

Keywords: Classification, CNN, Deep Learning; Detection; Machine Larning; Image Processing.

1. INTRODUCTION

A non-invasive system for blood typing means there is no need to take out any blood to determine patient’s blood type rather, the system applies complex image processing and use deep learning. It circulates around classifying blood types based on fingertip photographs and analyses the pattern of fingertips and detect the blood type. The current development of blood testing which is being made possible by the use of non-invasive technologies is primarily driven by the need to speed up clinical assessments and increase their safety. However, little attention

is paid to the fact that modern technologies still depend on testing and analysis methods that are outdated and slow such as emergencies, natural disasters or rural areas. The proposed system uses the power of machine learning accurately to analyze the unique pattern of fingerprints, eliminating the need for blood tests. This allows immediate, accurate and seamless blood testing without surgery which maintains patient comfort and facilitates fast decision making in critical situations. Those initiative addresses critical problems in healthcare and provides a framework for developing more realistic, easily adaptable and commercially reliable solutions that can help ensure better overall health outcomes. Blood typing is critical for diagnosing patients, offering treatment even in emergency situation. Therefore, standard techniques are highly invasive, slow, and dependent on available lab facilities. For these reasons procedures, which include blood sample collection and reagent tests, risks of pain and discomfort are also high not to mention the fact that these techniques are time consuming in a crisis or with limited resources available. There is a lack of a blood typing system that is non-invasive, fast and reliable. Recent development in image processing and machine learning, it is achievable to analyze images of fingertips and determine blood type using specific patterns or biometrics. (Vijaykumar Patil, D. R. Ingle, 2021). The aim is to devise an approach that is not only safe, fast and scalable but also addresses the shortcomings of current blood typing methods. Consequently, blood typing would be easier to conduct in and outside a hospital, in emergency or rural cases, reaching non-clinical environments. But creating this system is complex. Building high-quality diverse datasets, efficient image processing methods for feature extraction, and use machine learning algorithms to ensure accurate results for diverse populations are extremely challenging. This system requires clinical level accuracy so that the design process has to be iterative in order to comply with strict guidelines.

2. LITERATURE REVIEW

The writer (V. Patil and D. Ingle, 2021), tries to analyze the correspondence allying fingerprint patterns and blood groups as well as the inclusion of lifestyle related diseases such as hyper tension, arthritis and type-2 diabetes using fingerprint imaging. This research introduces new techniques of identifying and diagnosing the illness at an early stage. In my opinion, there is an opportunity for wider sample scope, meaning examine more than just loops, arches, whorls and other primary patterns.

The author (T. Nihar, K. Yeswanth, et al ,2024) , looks into how fingerprints can determine blood group by performing an analysis of sweat antigens, which qualifies the process harbored to do so as less invasive. The benefits encapsulate the ease of use due to reduced invasiveness

compared to standard blood drawing or sampling and forensics where the procedure can be done blindly. The drawbacks include the requirement for future research to accomplish more precise and accurate results and currently limited information due to small data set sizes. Further research can hone in on increasing elderly finger- print sample sizes, more employed anatomical features, better sensor technology and data processing algorithms, and raised level of accuracy of deep learning methods.

In this study (Varsha Karunakaran, et al., 2022) reveals a potentially non-invasive, rapid test for COVID-19 utilizing SERS and AI technology, with high confidence in the stated data sets, yet needs validation via larger populations which will require sophisticated multi cohort machine learning to mitigate overfitting issues and for validation of the technology for large scale epidemiological screening.

This publication (Álvaro Azueto-Ríos, et al.,2016) describes a method for obtaining and processing infrared pictures to identify vein patterns with potential medical assistance for procedures such as venipuncture This method employs a GUI with which an operator can acquire, process, and save both images and demographic information of the patient. Further-more, methods for contrast enhancement and segmentation are incorporated in order to accentuate the patterns of vein distribution. Research could be enhanced if, on the one hand, the carrying of the device was facilitated, and if, on the other side, it was optimized for speed of operation.

This author (Turgul, et al.,2017) tries to addresses the problems of non-invasive blood glucose evolution through RF/microwave measurement, In particular concerning measurements of fingerprint sensitivity. The study locates several problem that can largely falsify the accuracy and reliability of these calculation such as differences in fingerprint patterns and skin thickness, finger position and pressure and other substances. The authors point out strategies such as observing the pressure and alterations to the sensor surface to optimize measurement quality for a calculation procedure to adjust to the individual characteristics. Even though the research was mostly simulation-based, it is recommended that these factors should be taken seriously to decrease the Blood Glucose Lavel measurement errors during non-invasive monitoring.

This paper (Xiang Zhang, et al.,2021) provides a total view of recent progresses in non- invasive EEG/MEG/fNIRS signal analysis using deep learning methods. It provides a complete and detailed taxonomy of the signals that originate from the brain (EEG, fNIRS, fMRI and MEG) as well comparison between approaches in deep learning models (discriminative, representative, hybrid approaches). The paper is structured appropriately describing the

processing of brain signals, Deep Learning state of the art techniques and hypothetical real-world scenarios. A big resource for computer scientists as well as biomedical experts, the authors also provide open challenges and future directions in subject-independent classification or interpretable deep-learning from here

In this research work (Rehman, A, Abbas, et al.,2018), it present a computer-aided system for Acute Lymphoblastic Leukemia diagnosis using image processing and deep learning technology in the paper. In this lab session, a new segmentation method based on the HSV color scheme for bone marrow images lymphoblasts extraction, then classification by AlexNet model with pre-trained layers of CNN has suggested. The system achieves a very good accuracy of 97.78% surpassing conventional classifiers like Naïve Bayesian itself , KNN and even SVM. Automated tool for pathologists guide in the diagnosis of Acute Lymphoblastic Leukemia and subtypes of ALL using this work. Future work will need to focus on cell segmentation of overlapping cell but in a bigger database for improved accuracy.

This review (Muhammad Imran Razzak, Saeeda Naz, & Ahmad Zaib,2018) focuses on an extensive up-to-date survey about deep learning implementation in medical imaging. The study concisely brings to light the promising nature as well as substantial hurdles in taking deep learning forward in healthcare. The final chapter examines many of the deep learning methods and architectures in depth, interrogating their ability to automate diagnosis and improve accuracy while also calling out the major problems of limited data, the “black box” problem, and privacy issues that need to be solved for this technology be widely state-of-the-art in medical field. A review also talk about the importance of inter-disciplinary work and breakthroughs in unsupervised learning to break the existing limitations so that deep learning is adopted in healthcare widely.

The writer of this paper (Geethanjali, K. S, et al, 2024) explore the feasibility of utilizing fingerprint patterns in determining blood groups in a non-invasive manner. This is very different from conventional ways of blood typing as mentioned by few of the researchers whom the authors have reviewed, who pointed out the use of, for example, statistical analysis, image processing and deep learning. There is a lot of promises in the concept but the authors have shown that research of this nature would greatly benefit from large diverse datasets, established methodologies, and real-life application to overcome existing problems with accuracy, reliability, and generalizability.

Table 1. Related Works Summary

Author Name	Methods Used	Findings	Limitation
Vijaykumar, Patil N., & D. R. Ingle	Computer Vision, Linear Regression	settled a statistical relation between fingerprint patterns and blood groups.	The model was based on an extremely limited dataset
T. Nihar, K. Yeswanth, et al	Literature Review	Opareted a literature survey showing a relationship between fingerprints, lifestyle diseases, and gender.	analysis without any new experimental method.
Varsha Karunakaran, et al.	Diagnostic Approach	The trained reinforcement vector machine classifier achieved prediction accuracy of 95% for discriminating fit and COVID-19 contaminated patients. The classifier achieved F1-scores of 94.73% for healthy and 95.28% for COVID-19 infected patients	Small sample collection
Álvaro Azueto-Ríos, et al.	Infrared (IR) image system based on a commercial digital camera modified with a filter that only allows the pass of light in the near-infrared range	The resulting image of the acquisition system features dark (obscure) gray tones corresponding to the veins	The sources do not mention the limitations
Turgul, et al.	Simulation and Modeling	The non-invasive RF estimate of blood glucose relies on detecting the change in blood permittivity	The change in the permittivity of blood due to glucose variation has a limited range
Xiang Zhang, et al.	Deep Learning	Deep Learning works directly on raw brain signals, thereby avoiding the time-consuming process of preprocessing and feature extraction	Brain signals are corrupted by various biological barriers
Rehman, A, Abbas, et al.	Deep Learning	The achieved results revealed that the proposed approach could be used as a tool to diagnose Acute Lymphoblastic Leukemia and its subtypes, thereby assisting pathologists	The proposed approach still needs improved accuracy to segment overlapped cells
Muhammad Imran Razzak, Saeeda Naz, & Ahmad Zaib	Deep Neural Network (DNN	Globally used with great accuracy. Allows complex non-linear relationships due to more than two layers	The learning process of the model is too slow
Geethanjali, K. S, et al	Machine Learning and Deep Learning	Use of DL models for automatic feature extraction and classification. Techniques also contain multiple Linear Regression and algorithms for classification of fingerprint features	Research show that data are often region-specific and utilize small datasets, which restricts scalable to global populations

3. MATERIAL AND METHODS

3.1. Data Collection

The Data is collected from fingerprint-based blood group dataset We use 6000 fingerprint images from a platform called “Kaggle”. There are 8 groups archived (A+, A-, B+, B-, O+, O-, AB+, AB-).

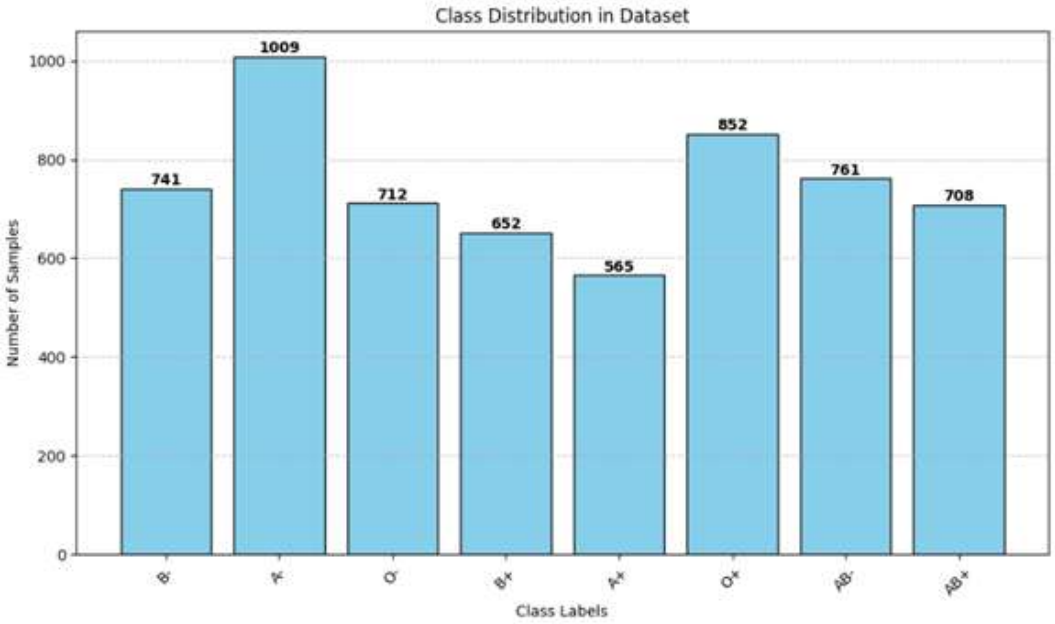


Fig. 1. Class Distribution of Dataset

3.2. Data Preprocessing

Data preprocessing is essential before data processing it ensures that the data is well structed and well fitted for analyzing .

Dataset balancing was accomplished by an oversampling technique to make sure equal representation of all blood group classes. The formal description of the balancing process is given below

- **Initial Distribution**
  - Original class distribution: N = {n_1, n_2, ..., n_8}
  - Maximum class size: max count = max(N)
- **Target Distribution**
  - After balancing: N' = {max count, max count, ..., max count}
  - Total sample after balancing: total samples = 8 × max count
- **Verification**

$\forall i \in \text{classes}: n_i' = \max \text{count}$ where n_i', number of samples in class i after balancing

- **Implementation Results**
  - After balancing each class holds equal samples

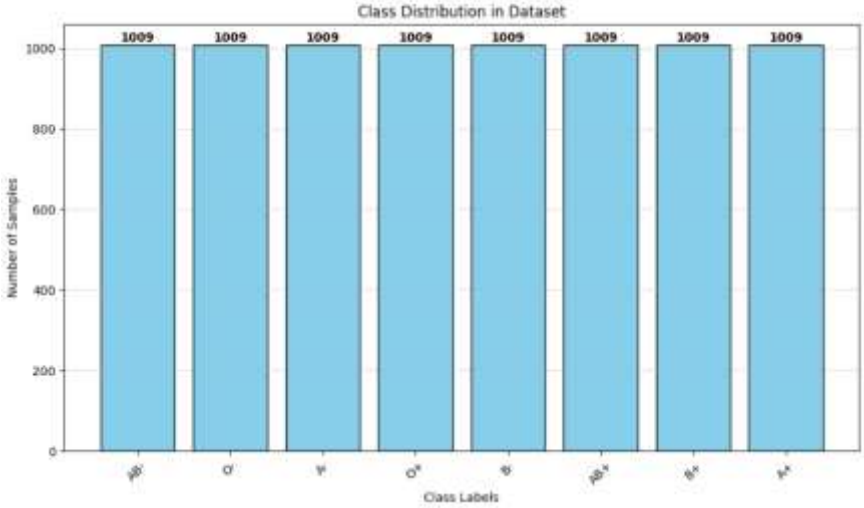


Fig. 2. Class Distribution of Dataset (After Balancing)

The data split as follows:
Total samples in balanced dataset : **8064**

- **Training Set:** 70% of total samples
- **Validation Set:** 20% of total samples
- **Test Set:** 10% of total samples

➢ Number of train sample - **5632**
➢ Number of validation sample - **1600**
➢ Number of test sample is - **800**

3.3. Feature Extraction

Feature extraction layer used for extract patterns, textures and unique characteristics to differentiate blood group type to detect.

- **Convolutional Layer 1:** It pulls low-level features like edges and general textures from the input image. It used 32 filters of size 3×3.ReLU activation and also adds nonlinearity which help the network get complex patterns. This is tracked by MaxPooling2D which then reduces the local dimension height and width of the feature map, get important information and reducing computational cost. It selects the maximum value from each 2×2 window.
- **Convolutional Layer 2:** It learns more complex features like curves and fine tune textures. 64 filters of size 3×3 are applied and ReLU activation is used for tacked by MaxPooling2D (2×2). helps generalize the learned features by further reducing the local dimension and prevent overfitting.
- **Convolutional Layer 3:** It captures the high-level abstract features that needed to be differentiated from different blood groups. It also uses 128 filters of size 3×3 and ReLU activation, tracked by MaxPooling2D (2×2). further it down-samples the feature maps and giving more weight to the important features.

3.4. Classification

- **Flatten Layer:** Convert the 2-D feature maps to 1-D feature vectors, making the data ready for Fully Connected layers.
- **Dense Layer:** It learns complex combinations of every single features to help in classification. It combines features from all previous layers. The layer has 512 neurons and uses ReLU activation to add non-linearity.
- **Dropout Layer:** Reduces overfitting away randomly setting 50% of the input units to zero during training.
- **Output Layer:** Brings the final classification probability for the each of 8 blood group classes. SoftMax function is used to make sure that the sum of the output values is 1 which points the probability of each class.

3.5. System Workflow

The Figures below shows the process methodology of this system. First user ensures that they are authenticate participants. After that upload their fingertips image or captured by the scanners then in backend image goes for preprocessing where it performs resizing, Image Normalization which adjust intensity value from 0-255 range that enhance the model ability of generalization and make the image fit and clean for further processing. The model once loads then it extract the unique feature of the fingerprint and give a output score corresponding to the inputs. Using the row numerical score softmex function transform into probability distribution among 8 possible blood group classes. Probabilities are sum of equal 1. Then the decision module chooses the blood group type with the highest probability as the detected blood group. After that calculate confidence score and display it to the user. Finally store it to the detection record database.

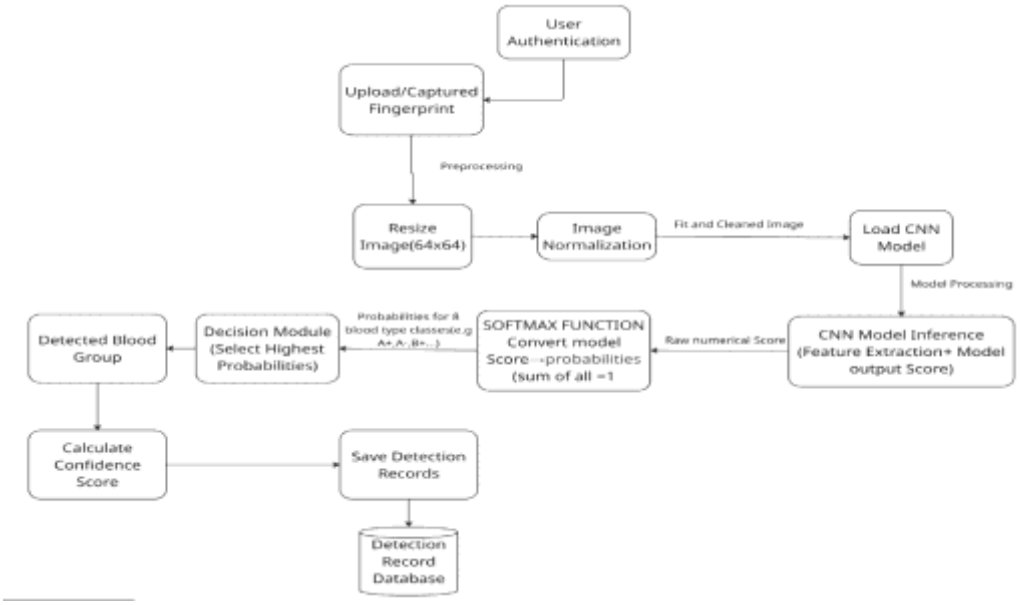


Fig. 3. System Workflow

3.6. Process of Prediction

The Softmax function is refers in the final stage of the classification model where the raw output scores logits are converted into probabilities for every blood group class.

$$y_k = \frac{\exp(a_k)}{\sum_{j=1}^{K} exp(a_j)}$$ *(Bishop, C.M.,2006)*

where,

- a_k : The input score for class k.
- K: The total number of classes.
- $\exp(a_k)$: The exponential function applied to the input for class k.
- $\sum_{j=1}^{K} \exp(a_j)$: The sum of exponentials of all class inputs

Here is the process of prediction shown below:

- **Model Output:** When we give the model a fingerprint image it give us a score for each blood type. Those scores can be any number.
- **Softmax Converts Scores to Probabilities:** The softmax function converts these scores into probabilities that sum to 1. It let us to know how likely each blood type is.
- **Pick the Highest Probability:** The blood group type with the highest probability is the model's prediction.

4. RESULTS AND FINDINGS

4.1. Performance Matrix

Table 2. Performance Metrics Table

Blood Type	Performance Metrics			
	Precision	Recall	F1-score	Test Sample
A+	97%	98%	97%	132
A-	86%	93%	90%	88
AB+	99%	93%	96%	106
AB-	96%	75%	85%	69
B+	90%	98%	94%	85
B-	97%	97%	97%	70

O+	95%	93%	94%	135
O-	91%	97%	94%	115

4.2. Confusion Matrix

The image shown below is a confusion matrix which provides a overall visualization of the classification performance of the blood group prediction model on the test dataset that we build. Each row of the matrix contains the actual true blood group class while each column show the class predicted by the model.

Diagonal elements show the number of rightly classified examples for each blood group which show the accuracy of the model for each class. Elements off the diagonal, point misclassifications where model predicted the wrong blood group. The color deepness of each cell reflects the solidity of predictions where deeper colors indicate a higher number of predictions

For example, the modestly classified 129 examples of class A+, 82 examples of class A- and so on. We see that misclassification is very rare as evident from the low values of the cells off the diagonal. Overall, the confusion matrix shows that the model holds high accuracy and reliable performance across all blood group classes with only a few misclassifications.

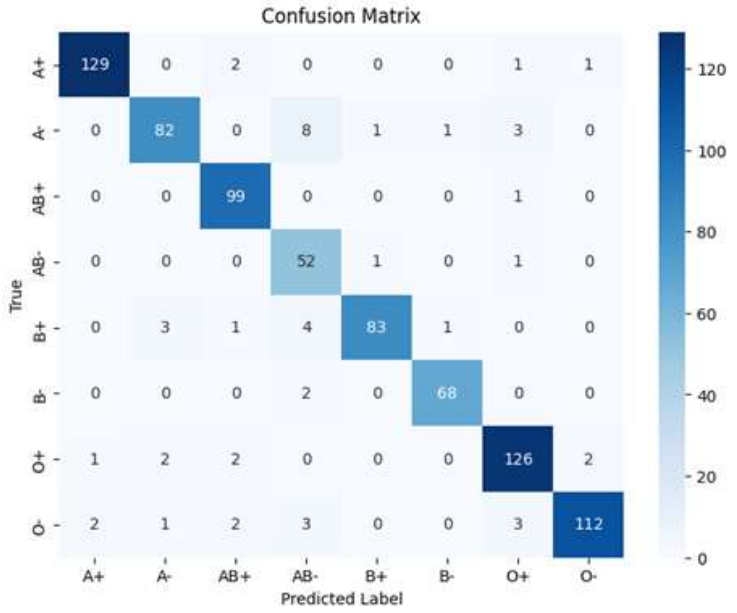


Fig. 4. Confusion Matrix

4.2. Model Accuracy

The diagram below shows overall the state's accuracy curves of the model for the training and validation datasets based on 50 Epochs. The x-axis points the number of training Epochs and the y-axis shows the accuracy hold by the model.

The blue line shows the training accuracy that gradually raised as the number of Epochs increased showing that the model is currently learning from the training data. The orange line points the validation accuracy which is steadily increased and stabilized at a high value which means the model has strong generalization ability on unseen data.

One the close fit of the training and validation accuracy curves especially at the last Epochs shows that the model is not overfitting and maintains strong performance on both datasets.

Overall, the diagram proves that Our system achieved Accuracy: 0.9487500190734863 ~ 0.94 that is 94% provides reliable predictive performance in blood group classification from fingerprint images.

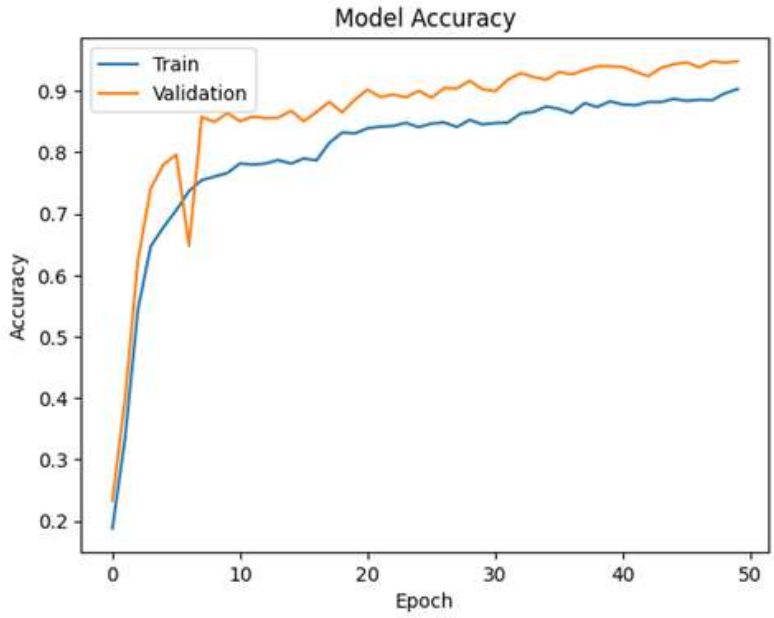


Fig. 5. Model Accuracy

5. CONCLUSIONS

This project is overall execute the design, implication and validation of non-invasive ,deep learning based blood group detection system using fingerprint image by CNN Model. The system successfully check all its primary objective. It achieved approximately 94% accuracy on test data.That confirms that our system is ready for real-world applicability and showcasing significant potential of put in machine learning to solve critical challenges in health diagnostics.

BIBLIOGRAPHY

Patil, V., & Ingle, D. R. (2021). An association between fingerprint patterns with blood group and lifestyle based diseases: a review. *Artificial intelligence review*, *54*(3), 1803-1839.

Nihar, T., Yeswanth, K., & Prabhakar, K. (2024). Blood group determination using fingerprint. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 392, p. 01069). EDP Sciences.

Karunakaran, V., Joseph, M. M., Yadev, I., Sharma, H., Shamna, K., Saurav, S., ... & Maiti, K. K. (2022). A non-invasive ultrasensitive diagnostic approach for COVID-19 infection using salivary label-free SERS fingerprinting and artificial intelligence. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*, *234*, 112545.

Anzueto-Ríos, Á., Hernández-Gómez, L. E., & Hernández-Santiago, K. A. (2016). Forearm and Hand Vein Detection System for an Infrared Image Database. *Res. Comput. Sci.*, *127*(1), 137-147.

Turgul, V., & Kale, I. (2017). Simulating the effects of skin thickness and fingerprints to highlight problems with non-invasive RF blood glucose sensing from fingertips. *IEEE sensors journal*, *17*(22), 7553-7560.

Zhang, X., Yao, L., Wang, X., Monaghan, J., Mcalpine, D., & Zhang, Y. (2021). A survey on deep learning-based non-invasive brain signals: recent advances and new frontiers. *Journal of neural engineering*, *18*(3), 031002.

Rehman, A., Abbas, N., Saba, T., Rahman, S. I. U., Mehmood, Z., & Kolivand, H. (2018). Classification of acute lymphoblastic leukemia using deep learning. *Microscopy Research and Technique*, *81*(11), 1310-1317.

Razzak, M. I., Naz, S., & Zaib, A. (2017). Deep learning for medical image processing: Overview, challenges and the future. *Classification in BioApps: Automation of decision making*, 323-350.

Geethanjali, K. S., & Umashankar, N. Fingerprint based blood group detection: Technologies and Advancements.

Bishop, C. M., & Nasrabadi, N. M. (2006). Pattern recognition and machine learning (Vol. 4, No. 4, p. 738). New York: springer. (Section 4.2, Equation 4.104)

Mavinmar, R. (2023, December 30). *Fingerprint-based blood group dataset* [Data set]. Kaggle.https://www.kaggle.com/datasets/rajumavinmar/finger-print-based-blood-group-dataset

Scikit-learn, L. W. (2017). Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn and TensorFlow. *Oâ€™ Reilly Media*.

THE EFFECT OF INDOLEACETIC ACID AND INDOLE-3-BUTYRIC ACID CONCENTRATIONS ON THE ROOTING AND GROWTH OF *THYMUS ATLANTİCUS* CUTTINGS

Ranya Hajjami [1]* , Ahmed rida Hajjami [2] , Amine Oubrhou [1],Chakib Alem[1].
1 Laboratory of Biochemistry, Department of Biology ,Faculty of Sciences and Techniques, Errachidia, Moulay Ismail, Morocco.
2 Laboratory of Plant Cell Manipulation, Department of Life Sciences, Master of Research, Prefectural University of Hiroshima, Japan.

ABSTRACT. Thyme is a widely used medicinal and aromatic plant in traditional Moroccan medicine, valued for its numerous pharmacological properties. The present study investigated the effects of auxin-type growth regulators on the rooting and sprouting ability of stem cuttings of *Thymus atlanticus*. The experiment was conducted under controlled conditions in a growth chamber at the Faculty of Sciences and Techniques, Moulay Ismail University (Errachidia, Morocco). Stem cuttings were treated with two auxins, indole-3-acetic acid (IAA) and indole-3-butyric acid (IBA), applied at different concentrations and compared with untreated controls. Several morphological and physiological parameters related to vegetative propagation were evaluated, including survival rate, root and shoot development, and biomass production. The results demonstrated that both auxins significantly influenced rooting and shooting responses. However, IBA proved to be more effective than IAA in enhancing overall cutting performance, leading to improved survival, root formation, and shoot growth. These findings highlight the potential of auxin treatments, particularly IBA, as an efficient approach for improving the vegetative propagation of *Thymus atlanticus*, contributing to its conservation and sustainable cultivation.

Keywords: *Thymus atlanticus*; indole-3-butyric acid; indole-3-acetic acid; stem cuttings;

Meta-analysis of Role of 21st Century skills in the filed of Education

Dr. YOGITA KAMAL, Assistant Professor, School of Education Davv Indore
Email: yogitakamal5@gmail.com, Contact no.: 9685505504
Dr. ROHI RANI, contractual lecturer, Directorate School of Education, Jammu and Kashmir
Email: rohiiranii8803@Gmail.com, Contact no.: 7006030927

Abstract:
The present research study will be based on the review of work done on 21st Century skills from last five years. 21st Century Skills are the skills which is required to surf the authentic and reliable information from the pool of content on internet. Also, it is important for the students to create, innovate and use information to solve the problem. 21st Century skills are classified into three core skills namely Learning Skills, Literacy skills and Life skills. Further Learning skills consist of 4Cs : Critical thinking, Creativity, Collaboration and Communication. Literacy skills consist of Information skills, media skills and technology skills. Life skills consist of Flexibility, initiative, social skills, productivity, leadership. All these skill helps in holistic development of students and enhancing the practical ability as per the aim of the NEP2020. The findings will revels the insights and recommendations for the stockholders, and challenges in using the skills in the field of education. These 21st Century skills are useful for students and teachers of each level of education whether School or Higher educational institutions.

Keywords: 21st Century Skills, education, Learning skills, Literacy skills, Life skills

TURİZM ETKİNLİKLERİNDE MODERN DANS: TURİZM DENEYİMİNİ, DESTİNASYON İMAJINI VE YARATICI EKONOMİNİN DEĞERİNİ GÜÇLENDİRMEK

Ade Irma ANGGRAENI
Universitas Jenderal Soedirman, Faculty of Economics and Business, Department of Management, 53112 Purwokerto, Central Java, Indonesia
ORCID: 0000-0001-6896-7865
Marsya Amırah UFAIRAH
Universitas Jenderal Soedirman, Faculty of Economics and Business, Department of Management, 53112 Purwokerto, Central Java, Indonesia
ORCID: 0009-0000-7953-8521
Rezanto NURUDIN
Universitas Jenderal Soedirman, Faculty of Economics and Business, Department of Management, 53112 Purwokerto, Central Java, Indonesia
ORCID: 0009-0006-4842-4904

ÖZET

Deneyim tabanlı turizm paradigmasına doğru küresel turizm dönüşümü, turizm deneyimi yaratmada, destinasyon kimliğini güçlendirmede ve yaratıcı ekonomiyi geliştirmede performans sanatlarının stratejik bir araç olarak artan rolünü teşvik etmektedir. Modern dans, çağdaş bir performans sanatı formu olarak, onu turizm etkinliklerinde bir performans düzenlemesi olarak ilgili kılan ifade edici, uyarlanabilir ve kültürler arası özelliklere sahiptir. Bununla birlikte, etkinlik turizmi bağlamında modern dans üzerine yapılan akademik çalışmalar hala parçalı ve sistematik olarak haritalandırılmamıştır. Bu makalenin amacı, modern dansın ve çağdaş performans sanatlarının turizm etkinlikleri, festivaller ve yaratıcı destinasyon geliştirme alanlarındaki rolüyle ilgili Scopus indeksli araştırma bulgularını sentezlemek amacıyla Sistematik Edebiyat İncelemesi (SLR) yapmaktır.

SLR yöntemi, makalelerin tanımlanması, taranması, uygunluğu ve dahil edilmesi aşamalarından geçerek PRISMA protokolünü takip ederek gerçekleştirilir. Edebiyat taraması, modern dans, performans sanatları turizmi, etkinlik turizmi, festival deneyimi, yaratıcı turizm ve destinasyon markalaşması ile ilgili anahtar kelimeler kullanılarak Scopus veri tabanında yapılmıştır. Dahil etme kriterlerini karşılayan makaleler, araştırma eğilimlerini, baskın kavramsal temaları ve henüz açık olan araştırma boşluklarını belirlemek için tematik sentez yaklaşımı kullanılarak analiz edildi.

SLR sonuçları, turizm etkinliklerinde modern dansın etkili bir destinasyon hikaye anlatımı aracı olarak rol oynadığını, yer duygusu oluşturabildiğini, turistlerin duygusal katılımını güçlendirdiğini ve etkinlik ve festival deneyiminin kalitesini artırdığını ortaya koymaktadır. Modern dansın işbirlikçi bir füzyon yaklaşımıyla yerel kültürle entegrasyonu, hem destinasyon farklılaşması yaratmada hem de kültürel özgünlüğü korumada kilit bir strateji olduğu kanıtlanmıştır. Ayrıca, festival manzaraları ve yaratıcı ortak yaratım gibi deneyim tasarımı ilkelerinin uygulanması, ziyaretçi memnuniyetine, tekrar ziyaret etme niyetine ve destinasyona bağlılığa önemli ölçüde katkıda bulunmaktadır. Edebiyat ayrıca, modern dansın sanatçıları, etkinlik endüstrisi ve yerel toplulukları dahil ederek yaratıcı ekonomi için çarpan etkisi yarattığını göstermektedir.

Teorik olarak, bu makale, modern dansı turizm etkinlik deneyimi tasarım çerçevesinde temel bir unsur olarak konumlandırarak performans sanatları turizmi araştırmasını genişletmektedir. Pratik olarak, bu SLR'nin bulguları, destinasyon yöneticilerine, etkinlik organizatörlerine ve

politika yapıcılara yenilikçi, rekabetçi ve sürdürülebilir çağdaş sanat tabanlı turizm gösterileri tasarlamaları için kavramsal bir temel sağlamaktadır.
Anahtar Kelimeler: sistematik literatür taraması, modern dans, gösteri sanatları turizmi, etkinlik turizmi, yaratıcı turizm, destinasyon deneyimi

MODERN DANCE IN TOURISM EVENTS: STRENGTHENING TOURISM EXPERIENCES, DESTINATION IMAGE, AND THE VALUE OF THE CREATIVE ECONOMY

ABSTRACT

As the tourism paradigm shifts towards experience-based tourism, performing arts are increasingly positioned as a strategic element in creating tourism experiences and strengthening destination image. Modern dance, as a form of contemporary performing art, has flexible, expressive, and cross-cultural characteristics that make it relevant in the context of tourism events. This article aims to conduct a Systematic Literature Review (SLR) of Scopus-indexed research examining the role of modern dance and contemporary performing arts in tourism events, festivals, and creative destination development.

The SLR method was applied by following the PRISMA protocol through the identification, screening, eligibility, and inclusion stages of articles. The selected articles were thematically analysed to identify conceptual patterns, methodological approaches, and key findings. The review results indicate that modern dance serves as a medium for destination storytelling, place-making, and enhancing the festival experience. Integration with local culture, festivalscape-based experience design, and a creative co-creation approach are key success factors. This article contributes theoretically to the development of performing arts tourism studies and practically provides guidance for event organisers and creative tourism destination managers.

Keywords: systematic literature review, modern dance, performing arts tourism, event tourism, creative tourism

THE IMPORTANCE OF EARLY DIAGNOSIS AND TREATMENT OF TYPES OF MALOCCLUSIONS IN CHILDREN. COLLABORATION BETWEEN GENERAL DENTIST, PEDODONTIST AND ORTHODONTIST, A LITERATURE REVIEW

Doc. Elona Hasalla; Prof.As. Dr. Celjana Toti; Dr. Gerta Kacani, Phd. Ilda Taka; Msc. Brandi Fahriu
"Aleksandër Xhuvani" University of Elbasan, Faculty of Medical and Technical Sciences;
Department of Preclinical Studies;
University of Tirana; Faculty of Dental Medicine; Department of Orthopedics;
Department of Medical and Technical Specialties; FSHMT, Tirana

Introduction:

According to WHO, malocclusion is one of the three main oral diseases in the world. It affects the growth, development, function and aesthetics of the child's face. It also affects functions such as chewing, swallowing, speech and TMJ. Young patients may present with class III and class II malocclusions, open bite, cross bite, problems in the number, size and shape of teeth; sleep problems, apnea, attention deficit hyperactivity disorder (ADHD), neurocognitive disorders, etc. All of these require careful diagnosis and multidisciplinary treatment, which aims not only to solve the problem presented by the child but also to ensure the timely effectiveness of the treatment provided.

Purpose:

The purpose of our study includes:

1. Underlining the importance of diagnosis and intervention as early as possible to solve the patient's problem.
2. Determining the connection between pedodontics and orthodontics (interceptive orthodontics)
3. Educating children and parents about oral hygiene and regular dental check-ups.

Methodology:

Our study includes a literature review of studies and articles published in pub med, google scholar, scopus. We studied 100 articles from 2010-2024. We included articles that studied children aged 6-12 years. The articles we studied are systematic literature reviews, case-control studies, longitudinal studies, cross-sectional studies and case-control studies.

We excluded from our work articles that studied children under 6 years of age and adolescents, articles that only expressed the opinion of various experts and those studies that did not present a precise methodology

Conclusions:

From the analysis of the articles that we took into the study, we concluded that:

1. In the treatment of malocclusions in children, early examination and the determination of an effective and long-term treatment plan are important, because the child is constantly undergoing the growth process.
2. Orthodontic treatments are not indicated for milk teeth because they cannot withstand the large forces that are exerted on the teeth in this case.
3. Children with poor oral hygiene and the presence of caries are not selected patients for orthodontic treatments.
4. Oral habits should be eliminated and then orthodontic therapy should be started.

Recommendations:

1. In solving orthodontic problems in children, accurate diagnosis and the existence of a clear treatment plan are of great importance.
2. Treatment should be comprehensive and possible complications should be prevented.
3. Having cooperative patients and parents is an advantage in achieving treatment success.
4. Cooperation between the general dentist, pedodontist and orthodontist is of great importance.

Keywords: malocclusion, pedodontist, deciduous teeth, orthodontist, comprehensive treatment, oral habits

STRATEGİC REVİTALİZATİON OF SPECİAL EDUCATİON INSTİTUTİONS İN PAKİSTAN WİTH METHODOLOGİCAL FRAMEWORK FOR INSTİTUTİONAL TRANSFORMATİON



MUHAMMAD FAISAL
Assistant Professor (AI) at Allama Iqbal Open University
ORCID: 0000-0002-5797-766X

Abstract

This technical paper delineates a comprehensive strategic roadmap for the institutional modernization of fifteen (15) specialized education centers under the Directorate General of Special Education (DGSE), Islamabad. Spanning a six-month consultancy period from January to June 2026, the framework addresses critical gaps in infrastructure, specialized pedagogy, and assistive technology integration as mandated by the Ministry of Federal Education and Professional Training (MoFEPT). The proposed methodology utilizes an internationally recognized Twin-Track Approach, combining systemic institutional strengthening with disability-specific interventions such as the modernization of the National Braille Press and the deployment of ICT-enabled learning resources. Central to this reform is the Universal Design for Learning (UDL) framework, which ensures that curriculum enhancements are inherently flexible and inclusive. The roadmap includes a four-phase execution plan: (1) baseline diagnostic audits of 15 centers; (2) development of modernized pedagogical manuals and Individualized Education Plans (IEPs); (3) intensive capacity building for 100 professionals; and (4) the establishment of public-private linkages for the inclusive employment of persons with disabilities (PWDs). By integrating real-time Monitoring and Evaluation (M&E) data systems, this framework provides a sustainable and data-driven blueprint for special education reform in alignment with the UN Convention on the Rights of Persons with Disabilities (UNCRPD).

Keywords: Special education, institutional reform, Muhammad Faisal, DGSE, assistive technology, curriculum modernization, inclusive employment, Pakistan, UDL, MoFEPT.

Ethical Challenges and Bias Mitigation in Artificial Intelligence Models

J.Jeyavarshana
First Year B.SC.CS(AI)
Department of Computer Science (Aritificial Intelligence)
Nadar Mahajana Sangam S.Vellaichamy Nadar College
Nagamalai Madurai-19 Tamilnadu India
Dr S.SELVAM
Head and Assistant professor
Department of Computer Science (Artificial Intelligence)
Nadar Mahajana Sangam
S.Vellaichamy Nadar College
Nagamalai Madurai-19 Tamilnadu India

Abstract

Artificial Intelligence (AI) has become an integral part of modern society, influencing decision-making in healthcare, finance, education, recruitment, surveillance, and governance. While AI systems promise efficiency, scalability, and accuracy, they also introduce significant ethical challenges, particularly related to bias, fairness, transparency, accountability, and privacy. AI models often learn from large datasets that may contain historical, social, or cultural biases, leading to unfair or discriminatory outcomes. This paper explores the major ethical challenges associated with AI models, examines different types of bias present in AI systems, and discusses existing and emerging strategies for bias mitigation. Furthermore, it highlights regulatory frameworks, technical solutions, and human-centered approaches to ensure responsible and ethical AI development. The study concludes by emphasizing the importance of interdisciplinary collaboration and continuous monitoring to achieve trustworthy and fair AI systems.

1. Introduction

Artificial Intelligence (AI) refers to the simulation of human intelligence in machines that are designed to think, learn, and make decisions. With advancements in machine learning (ML) and deep learning (DL), AI systems are increasingly used to automate complex tasks such as facial recognition, medical diagnosis, credit scoring, and hiring decisions. Despite these advancements, AI systems are not inherently neutral or objective.

Ethical challenges arise because AI models learn patterns from historical data generated by humans and social systems, which may reflect inequality, prejudice, and discrimination. When biased data is used to train AI models, these systems can reinforce and amplify existing societal

biases. This raises serious ethical concerns regarding fairness, accountability, transparency, and trust.

This paper aims to:

Identify key ethical challenges in AI models

Analyze different types of bias in AI systems

Discuss bias mitigation techniques at various stages of AI development

Highlight future directions for ethical and responsible AI

2. Ethical Challenges in AI Models

2.1 Bias and Discrimination

Bias in AI occurs when a system produces systematically unfair outcomes for certain individuals or groups. Discrimination may occur based on sensitive attributes such as gender, race, age, religion, or socio-economic status. For example, facial recognition systems have shown lower accuracy for darker-skinned individuals and women, leading to unfair treatment. Bias can be unintentional, yet its consequences can be severe, including denial of opportunities, social exclusion, and legal implications.

2.2 Lack of Transparency and Explainability

Many AI models, particularly deep learning models, are considered “black boxes” due to their complex internal structures. Users and stakeholders often cannot understand how decisions are made. This lack of explainability makes it difficult to:

Trust AI decisions

Identify errors or bias

Ensure accountability

Explainability is especially critical in high-stakes domains such as healthcare, criminal justice, and finance.

2.3 Privacy and Data Protection

AI models rely heavily on large volumes of data, often including sensitive personal information. Ethical concerns arise when:

Data is collected without informed consent

Personal data is misused or leaked

Surveillance systems violate individual privacy

Improper data handling can lead to identity theft, profiling, and loss of public trust.

2.4 Accountability and Responsibility

Determining accountability in AI-driven decisions is complex. When an AI system makes an incorrect or harmful decision, it is unclear who should be held responsible:

Developers

Data providers

Organizations deploying the AI

The absence of clear accountability frameworks creates ethical and legal challenges.

2.5 Social and Economic Impact

AI automation can lead to job displacement, widening economic inequality, and digital divides. Ethical AI development must consider its long-term impact on society, employment, and human dignity.

3. Types of Bias in AI Models

3.1 Data Bias

Data bias occurs when training data is unrepresentative or skewed. Common forms include:

Sampling bias: Certain groups are underrepresented

Historical bias: Past discrimination reflected in data

Measurement bias: Inaccurate or inconsistent data collection

Example: Loan approval data reflecting past gender discrimination can lead to biased credit models.

3.2 Algorithmic Bias

Algorithmic bias arises from model design choices, optimization objectives, or feature selection. Even with unbiased data, algorithms may prioritize accuracy over fairness, leading to unequal outcomes.

3.3 Human Bias

Human bias enters AI systems through subjective decisions made by developers, such as labeling data, defining success metrics, or selecting features.

3.4 Deployment Bias

Bias can also occur when AI systems are used in contexts different from those for which they were designed or trained.

4. Bias Mitigation Techniques

Bias mitigation can be applied at different stages of the AI lifecycle.

4.1 Pre-Processing Techniques

These methods focus on improving data quality before model training:

Data balancing and resampling

Removing sensitive attributes

Data augmentation for underrepresented groups

Fair representation learning

Pre-processing helps reduce bias at the source.

4.2 In-Processing Techniques

These methods modify the learning algorithm itself:

Fairness-aware learning algorithms

Constraint-based optimization

Adversarial debiasing

Such approaches aim to balance accuracy and fairness during model training.

4.3 Post-Processing Techniques

These techniques adjust model outputs after training:

Threshold adjustments

Outcome calibration

Fair ranking algorithms

Post-processing is useful when access to training data or model internals is limited.

5. Fairness Metrics and Evaluation

To assess bias, various fairness metrics are used:

Demographic parity

Equal opportunity

Equalized odds

Disparate impact ratio

Evaluating AI models using multiple metrics is essential, as no single metric captures all aspects of fairness.

6. Ethical AI Frameworks and Regulations

Several organizations and governments have proposed ethical AI guidelines:

Transparency and explainability

Fairness and non-discrimination

Privacy and data protection

Human oversight

Examples include the EU's AI Act, UNESCO's AI ethics framework, and corporate Responsible AI policies.

7. Role of Human-Centered AI

Human-centered AI emphasizes collaboration between humans and AI systems. Key principles include:

Human-in-the-loop decision making

Ethical review boards

Continuous monitoring and auditing

Inclusive design practices

This approach ensures AI systems align with human values and societal norms.

8. Future Research Directions

Future work should focus on:

Developing universal fairness standards

Improving explainable AI (XAI) methods

Cross-cultural bias analysis

Real-time bias detection systems

Interdisciplinary collaboration between technologists, ethicists, and policymakers

Conclusion

AI models offer transformative potential but pose significant ethical challenges, particularly related to bias and fairness. Bias in AI systems can perpetuate social inequalities and erode public trust if left unaddressed. Effective bias mitigation requires a holistic approach that includes technical solutions, ethical frameworks, regulatory oversight, and human involvement. By prioritizing ethical considerations throughout the AI lifecycle, researchers and practitioners can develop AI systems that are not only intelligent but also fair, transparent, and socially responsible.

References

Barocas, S., Hardt, M., & Narayanan, A. (2019). Fairness and Machine Learning.

Buolamwini, J., & Gebru, T. (2018). Gender shades: Intersectional accuracy disparities.
Mitchell, M. et al. (2021). Model cards for model reporting.
Floridi, L. et al. (2018). AI4People—An ethical framework for AI.
Mehrabi, N. et al. (2021). A survey on bias and fairness in ML.
European Commission. (2021). Ethics guidelines for trustworthy AI.
Doshi-Velez, F., & Kim, B. (2017). Towards a rigorous science of interpretability.
UNESCO. (2021). Recommendation on the Ethics of AI.

Hardt, M., Price, E., & Srebro, N. (2016). Equality of opportunity in supervised learning.
IBM. (2020). AI Fairness 360 Toolkit documentation.

Artificial Intelligence–Enabled Risk Management in Pension Finance under Population Aging: A Governance Perspective Based on a Life-Cycle Asset–Liability Framework

Dr. Li Zeng
https://orcid.org/**0000-0002-6968-0089.**
School of Finance and Economics
Henan Polytechnic University,
Jiaozuo, China
Prof. Wee-Yeap Lau
https://orcid.org/0000-0002-3447-9895
Faculty of Business and Economics, Universiti Malaya, Malaysia
Malaysia-Japan Research Centre, Universiti Malaya, Malaysia

Abstract
Rapid population aging has fundamentally altered the risk profile of pension finance systems by extending liability horizons, weakening contribution bases, and increasing exposure to financial market volatility. In China, these demographic pressures interact with institutional arrangements and market dynamics, generating complex and long-term risks that challenge the sustainability and stability of pension finance. While existing studies have extensively examined pension adequacy and fiscal sustainability, relatively limited attention has been paid to pension finance from a risk governance perspective grounded in financial theory.
This study develops a model-informed and policy-oriented framework for pension finance risk management by integrating a life-cycle asset–liability management (ALM) perspective with a systemic risk transmission approach. Within the life-cycle ALM framework, population aging is demonstrated to influence critical determinants of pension financing, thereby exacerbating asset–liability imbalances and amplifying long-term financial risks. Building on this foundation, the study conceptualizes pension finance risk as a multi-dimensional system encompassing institutional and fiscal risks, financial and investment risks, market and product risks, and governance and regulatory risks, and analyzes how these risks propagate across fiscal, financial, and institutional domains.
To address these challenges, the study introduces artificial intelligence as an enabling governance technology rather than a purely technical modeling tool. Artificial intelligence enhances pension finance risk management by improving risk identification, dynamic monitoring, early-warning capabilities, and cross-agency regulatory coordination. Drawing on international experience and China's institutional context, the paper proposes an AI-enabled risk governance framework that combines long-term fund risk control, macroprudential oversight, market regulation, and ethical governance of intelligent systems.
By embedding artificial intelligence within a life-cycle and systemic risk framework, this study shifts the focus of pension finance research from short-term financial performance to long-term risk governance. The findings provide policy-relevant insights for strengthening the resilience of pension finance systems in China and other rapidly aging economies.

DESİGN AND SİMULATİON OF A DUAL-FREQUENCY WEARABLE ANTENNA FOR SMART WATCH SUPPORTİNG NFC AND BLUETOOTH COMMUNİCATİON

P C Praveen Kumar,G. Tejaswini, G. Shirisha, G. Mamatha, J. Lakshitha
Department of ECE
G. Pulla Reddy Engineering College(Autonomous): Kurnool,AP, India-518003

Abstract:

Wearable smart watches require compact and efficient antennas to support multiple wireless communication standards. This project focuses on the design and analysis of a dual-frequency wearable antenna capable of operating at 13.56 MHz for NFC and 2.4 GHz for Bluetooth in a smart watch. The proposed antenna is designed to maintain compact size and low profile, suitable for integration into the wearable device without affecting user comfort. The antenna performance is evaluated in terms of return loss (S11), bandwidth, gain, and radiation pattern to ensure reliable operation at both frequencies. Simulation results demonstrate that the antenna can effectively support simultaneous NFC and Bluetooth communication, providing a practical solution for modern smart watches requiring multi-standard wireless connectivity**.**

Keywords:

Wearable Antenna, Smart Watch, Dual-Frequency, NFC (Near Field Communication), Bluetooth Low-Profile Antenna, Compact Design, Radiation Pattern, Return Loss (S11) , Human Body Effects

DESİGN OF AN ECE-SHAPED MİCROSTRİP PATCH ANTENNA USİNG HFSS

P C Praveen Kumar,G.Sreeja, J.Sukanya, J.Rupa, M.Yeswitha
Department of ECE
G.Pulla Reddy Engineering College(Autonomous):Kurnool,AP,India-518003

Abstract

This paper presents the design and simulation of an ECE-shaped microstrip patch antenna using Ansys HFSS. The proposed antenna is designed on an FR4 epoxy substrate with dimensions of 100 mm × 100 mm × 1.2 mm and a dielectric thickness of
1.2 mm. An ECE-shaped patch with dimensions of 15 mm × 40 mm × 1.2 mm is etched on the substrate to enhance the antenna performance. A 3 mm port feed technique is used to excite the antenna. To accurately model free-space radiation conditions, a radiation box of dimensions 120 mm × 120 mm × 11.2 mm is employed. Simulation results show that the antenna resonates at 6.64 GHz with a return loss (S11) of −34 dB, indicating excellent impedance matching. The achieved VSWR is 0.84, and the antenna provides a gain of 1.29 dB. The results demonstrate that the proposed ECE-shaped microstrip patch antenna exhibits good radiation characteristics and is suitable for C- band wireless communication applications.

Keywords

ECE-shaped antenna, microstrip patch antenna, HFSS, FR4 epoxy, C-band, return loss, VSWR, gain.

HFSS-BASED DESİGN AND PERFORMANCE ANALYSİS OF A RECTANGULAR MİCROSTRİP PATCH ANTENNA FOR ISM BAND APPLİCATİONS

P C Praveen Kumar[1],K. Nuthana[1], K. Lakshmi Navya[2], M. Geethanjali[3], K. Mamatha[4]
Department of Electronics and Communication Engineering
G. Pulla Reddy Engineering College (Autonomous): Kurnool, AP, India-518003

Abstract:

This work presents the design, simulation, and electromagnetic performance analysis of a rectangular slot-loaded microstrip patch antenna modeled using Ansys HFSS. The proposed antenna is fabricated on a polyethylene substrate with a relative permittivity (ε_r = 2.25) and a substrate thickness of 1.6 mm, chosen for its low dielectric loss and suitability for microwave applications. The rectangular patch dimensions of 80 mm × 60 mm ensure a compact, low-profile, and lightweight structure. A microstrip line port feed is employed to excite the antenna, providing effective impedance matching to 50 Ω and ease of integration with RF circuits. A radiation box is used in the simulation environment to accurately model free-space radiation conditions.

The antenna performance is evaluated over a frequency sweep range of 1.8–3.9 GHz. The simulated reflection coefficient (S_{11}) exhibits a clear resonance around 2.25–2.3 GHz, achieving a return loss of −10.2 dB at 2.28 GHz, which confirms proper impedance matching at the operating band. The corresponding VSWR remains below 2, indicating efficient power transfer. Radiation analysis demonstrates a stable broadside radiation pattern with good symmetry across multiple φ-cuts and linear polarization. The antenna achieves a maximum realized gain of about 2.2 dBi at the resonant frequency. The compact dimensions, low-permittivity substrate, and satisfactory S_{11}, VSWR, and gain performance make the proposed antenna suitable for WLAN, ISM-band, Bluetooth, and short-range wireless communication applications.

Keywords:

Rectangular microstrip patch antenna, Polyethylene substrate, HFSS; Return loss (S_{11}), VSWR, Radiation pattern, Gain, ISM band, WLAN

5G ANTENNA GAİN ENHANCEMENT USİNG A NOVEL METASURFACE

P C Praveen Kumar
P. Keerthi
M. Lalitha
P. Lakshmi Deepthi
P. Sujitha
P. Rushitha
Department of ECE,
G. Pulla Reddy Engineering College(Autonomous):Kurnool, AP, India-518003

Abstract

This paper presents the design and simulation of a compact π-shaped microstrip patch antenna for microwave wireless communication applications using Ansys High Frequency Structure Simulator (HFSS). The proposed antenna is implemented on an FR-4 substrate with overall dimensions of 50 mm × 50 mm and a substrate thickness of 1.6 mm. The π-shaped radiating patch, having a length and width of 20 mm, is excited using a microstrip feed line. The antenna is designed to operate at a resonant frequency of 6.64 GHz. Simulation results show excellent impedance matching, with a return loss (S_{11}) of −33.34 dB and a voltage standing wave ratio (VSWR) of 0.6 at the operating frequency. A peak gain of 3.39 dBi is achieved with stable radiation characteristics. The results demonstrate that the proposed antenna offers satisfactory performance with a simple geometry and compact structure, making it suitable for microwave and wireless communication applications. HFSS is shown to be an effective tool for accurate modeling and performance evaluation of the antenna.

Keywords

π-shaped microstrip patch antenna, HFSS, FR-4 substrate, return loss, VSWR, radiation pattern, microwave communication

SOLO SONG AND VOCAL CYCLE IN UKRAINIAN MUSIC: PATHS OF GENRE EVOLUTION AND STYLISTIC SYNTHESIS

Prof., PhD, Oksana Pysmenna,
Department of Music Theory,Mykola Lysenko Lviv National Music Academy, Lviv, Ukraine
ORCID ID: http://orcid.org/0000-0003-0899-8613
Assoc. Prof., PhD., Svitlana MYSHKO
Department of Multicultural Education and Translation, Faculty of History and International Relations, Uzhhorod National University, Ukraine,
ORCID ID: https://orcid.org 0000-0001-6773-8219

ABSTRACT

Chamber-vocal music represents one of the broadest, most dynamic, and artistically rich domains of the genre system within musical art. Across historical epochs, it has consistently revealed the diversity of expressive possibilities. Its orientation toward poetic text, along with its ability to create an atmosphere of emotional openness, intimacy, and empathy, has ensured its enduring appeal to composers of various generations. The formation and development of chamber-vocal genres in Ukraine evolved in close connection with poetry and folk-song heritage. Folklore served not only as a source of melodic material but also as a bearer of generalized figurative and semantic models, within which artists perceived the authentic spirit of the nation, the naturalness, and spontaneity of artistic expression.

The melodic, harmonic, and rhythmic characteristics of folk songs had a decisive influence on shaping the stylistic features of Ukrainian chamber-vocal creativity, particularly in the second half of the 19th century. Meanwhile, attention to lyrical reflection and the inner world of the individual became one of the leading factors in the genre's evolution from the early 19th century onward.

At the beginning of the 20th century, two main thematic and imagery lines became clearly defined in Ukrainian musical art, particularly in vocal works – the civic (patriotic) and the purely lyrical. Regional distinctions, influenced by the differing cultural conditions of Eastern and Western Ukraine throughout the 19th and early 20th centuries, also played a significant role. A distinct trajectory was formed by the development of the solo song genre among Western Ukrainian composers – from the early Galician elegiac song to the mature lyrical works of Vasyl Barvinskyi and Stanislav Liudkevych.

A vivid page in the history of Ukrainian lyrical solo singing is represented by Heorhii Maiboroda's works, which combine an arioso-melodic style, chamber intimacy, and images of nature. A subsequent stage in the genre's development is linked with the generation of

composers of the 1960s – Lesia Dychko, Myroslav Skoryk, Yurii Ishchenko, Valentyn Bibik, and Bohdana Filts, who, while maintaining continuity with tradition, actively renewed the figurative and stylistic language of the art song (romance).

It is worth mentioning that Anatolii Kos-Anatolskyi's solo songs are dominated by cantilena melodies based on folk intonations of the lyrical songs of Prykarpattia, intertwined with motifs of the Ukrainian urban romance. By their genre nature, these are song-romances characterized by a dynamic strophic form and elements of dramatization.

Thus, Ukrainian chamber-vocal creativity appears as a dynamic system in which the solo song and vocal cycle serve as a mirror of the spiritual quests of their time. The evolution of Ukrainian vocal genres attests to the continuity of their development and to their exceptional role in shaping the national musical identity.

Keywords: Ukrainian music; solo song; vocal cycle; chamber-vocal genre; musical folklore; stylistic synthesis; national identity; lyrical romance; 20th-century Ukrainian composers; genre evolution.

SOLO SONG AND VOCAL CYCLE IN UKRAINIAN MUSIC: PATHS OF GENRE EVOLUTION AND STYLISTIC SYNTHESIS

INTRODUCTION

Chamber-vocal music has consistently revealed the breadth of expressive possibilities inherent in the synthesis of music and poetry across historical epochs. Its orientation toward the poetic word, together with its capacity to create an atmosphere of emotional openness, intimacy, and empathy, has ensured the enduring appeal of this genre for composers of different generations. Throughout the 19th and 20th centuries, the solo song and the vocal cycle emerged not merely as forms of musical embodiment of poetry but as complex artistic structures capable of conveying the multidimensional nature of the human inner world, the dynamics of psychological states, and the evolution of philosophical and worldview orientations. Cyclicity, as a principle of artistic organization, enables the construction of a coherent dramatic narrative that unites conceptual integrity with internal contrast and diversity of expressive means.

In the Ukrainian compositional tradition, the formation and development of chamber-vocal genres occurred in close connection with poetry and folk-song heritage. Folklore served not only as a source of intonational material but also as a carrier of generalized figurative and semantic models, in which artists perceived the authentic spirit of the nation and the natural spontaneity of artistic expression. The genetic connection with folk song and the art song

(romance), combined with the active assimilation of European Romantic models, determined the distinctive character of the Ukrainian solo song and vocal cycle, where the national melodic idiom harmoniously integrates with an individualized compositional language. The melodic features, modal-harmonic thinking, and rhythmic flexibility of folk music profoundly influenced the stylistic formation of Ukrainian chamber-vocal art, particularly in the second half of the 19th century, while the focus on lyrical reflection and the inner life of the human being became one of the leading factors in the evolution of the genre from the early nineteenth century onward.

A substantial body of scholarly research devoted to vocal music makes it possible to trace the main stages in the evolution of the vocal cycle and to identify the underlying principles of cyclic formation as a fundamental aspect of musical thought. Ukrainian studies have analyzed the stylistic features of chamber-vocal works by leading composers, outlined the typology of vocal cycles, and examined their poetic and intonational sources. Monographic studies dedicated to individual composers provide a comprehensive view of the genre's development across various historical periods.

To characterize the stylistic orientation of Mykola Lysenko's creative output and the specific features of his chamber-vocal works, the following studies have been consulted: O.V.Kozarenko "The Phenomenon of the Ukrainian National Musical Language" [8]; Ye.F.Honchar's article "Certain Features of Mykola Lysenko's Compositional Thinking (On the Compositional Dynamics of Thematic Development)" [7]; L.M.Korniy "Lysenko in the Context of European Musical Romanticism (Western and Central Europe)" [10]; O.Lihus "Lysenko's Rhapsodies in the Context of the Genre's Evolution during the Romantic Era" [11]; and R.Stelmaschuk's study "The Works of Mykola Lysenko and Ukrainian Musical Modernism of the 1920s–1930s" [16].

Kyrylo Stetsenko's legacy has been examined in the monographic research, particularly in L.O. Parkhomenko's study "Kyrylo Hryhorovych Stetsenko" [14]. In contrast, the creative legacy of Yakiv Stepovyi is represented by a relatively limited range of scholarly sources, including V. Nadenenko's "Yakiv Stepovyi" [12] and Sh. Shvartsman's "Yakiv Stepovyi" [19].

The life and creative style of Borys Liatoshynskyi have been thoroughly examined in the monograph by V. Samokhvalov "Borys Lyatoshynsky"[16].

A distinct group of studies is devoted to the works of the talented Galician composer Vasyl Barvinskyi. Among these are S. Pavlyshyn's monograph "Vasyl Barvinskyi" [13] and the

collection of articles and materials "Vasyl Barvinskyi and Ukrainian Musical Culture", compiled by O.Smoliak and dedicated to the 110th anniversary of the composer's birth [1].

The creative output of Stanislav Liudkevych is comprehensively and meticulously explored in the fundamental monograph by Z.Shtunder, "Stanislav Liudkevych. Life and Works" [20], which serves as one of the key sources for the study of his chamber-vocal legacy.

Monographic studies focusing on the life and creative paths of Lesia Dychko (M.Hordiichuk, S. Hrytsa, O.Pysmenna) [4, 5, 15], Yurii Ishchenko (H.Konkova) [9], and Myroslav Skoryk (L. Kyianovska) [6] provide detailed analyses of their aesthetic principles, philosophical orientations, and distinctive features of compositional thinking.

Among the works devoted to the life and creativity of Anatolii Kos-Anatolskyi, particular attention should be given to I. Volynskyi's study "Anatolii Yosypovych Kos-Anatolskyi" [2], the joint work by Ya.Kolodii and V.Polek "Composer Kos-Anatolskyi" [7], and A.Tereshchenko's monograph "A. Kos-Anatolskyi" [18].

Taken together, these scholarly sources have served as the theoretical foundation for forming a comprehensive understanding of the evolution of chamber-vocal creativity in Ukraine, for delineating its leading stylistic tendencies, and for systematizing the principal works within the genre.

RESEARCH AND FINDINGS

Drawing upon European traditions and the foundations of Ukrainian folklore, Ukrainian composers created a series of cyclic chamber-vocal works distinguished by their unique imagery, dramaturgical development, and structural characteristics. Foremost among them is Mykola Lysenko, who elevated the genre of the solo art song (solospiv) to a high level of artistic mastery – most notably in his monumental cycle based on the poetry of Taras Shevchenko, "Music to "Kobzar." It was through the musical interpretation of Shevchenko's verse, particularly within the genre of the solo song, that the national style of Ukrainian music began to take shape.

M.Lysenko also produced the first musical settings of poems by Ivan Franko, Lesia Ukrainka, Oleksandr Oles, Mykhailo Starytskyi, and Heinrich Heine. Of particular significance is his vocal cycle on poems by Heine, translated and adapted by Ukrainian poets – Lesia Ukrainka, Maksym Slavynskyi, Liudmyla Starytska-Cherniakhivska, and by Lysenko himself. The cycle comprises fourteen romances and two duets, forming a cohesive lyrical and expressive whole. The most celebrated among them, "When Two Part (Koly rozluchaiutsia dvoie)", features an

elegiac melodic style imbued with the flowing, pliant intonations and minor coloration characteristic of the Ukrainian art song tradition.

Within the broader context of Ukrainian chamber-vocal art, Lysenko's works stand as a unique example of a dramaturgically and structurally integrated vocal cycle based on Heine's poetry, exemplifying the synthesis of national intonation with refined European romantic expression.

Mykola Lysenko's chamber-vocal legacy is distinguished by the broadening of thematic scope and imagery. Most of the solo songs from this period gravitate toward folk-song melodicism – expressive and emotionally rich, encompassing a wide range of moods from elegiac contemplation to dramatic intensity. Lysenko's solo songs, especially those set to the poetry of Taras Shevchenko, exerted a decisive influence on the subsequent development of the genre. His profound study of folklore enabled him to achieve an organic synthesis between the folk idiom and an individualized compositional language, a principle that became foundational for his followers.

The poetic texts of certain authors repeatedly attracted the attention of many composers. A particularly appealing example is Pavlo Tychyna's cycle "Pastels", which inspired settings by P. Kozytskyi, K.Dankevych, and later by L.Hrabovskyi, L.Dychko, H.Liashenko, and I.Karabyts. Each composer offered a distinct interpretation of this lyric-philosophical poetry, demonstrating the flexibility of musical expression in relation to poetic imagery. Similarly, the cycles "Seven Strings" and "Melodies" based on the poetry of Lesia Ukrainka, as well as Tychyna's "Enharmonic", stand as vivid examples of the diversity of musical approaches to Ukrainian poetry within the chamber-vocal tradition.

In the 1920s, two leading imagery-thematic lines became clearly defined in Ukrainian musical art –the civic (public-spirited) and purely lyrical. An important factor shaping this duality was the regional dimension, rooted in the differing cultural conditions of Eastern and Western Ukraine during the 19^{th} and the first half of the 20^{th} century.

In Eastern Ukraine, the traditions of Mykola Lysenko were continued by Kyrylo Stetsenko and Yakiv Stepovyi – composers of a distinctly lyrical sensibility for whom the solo song (art song) occupied a prominent place in their creative output. Both composers frequently turned to the poetry of Lesia Ukrainka, while Stetsenko also drew inspiration from the lyricism of Oleksandr Oles, setting sixteen of his poems to music. Alongside predominantly lyrical works, both composers also produced songs of a civic or satirical character – for example, Stetsenko's "Tsar Horokh (King Pea)" and Stepovyi's settings of Ivan Franko and Taras Shevchenko. Notably,

both Stetsenko and Stepovyi composed settings of Franko's "In the Valley Lies a Village", a poem revisited by Stanislav Liudkevych in 1967.

Despite their essentially lyrical orientation, both Stetsenko and Stepovyi created a number of romances with civic resonance. In Stepovyi's "Kameniari (The Stonecutters)"(1925) and "In the Valley Lies a Village" (1925), one observes a renewed melodic and intonational language compared with pre-revolutionary models. These works are characterized by declamatory quartal intonations, a recitative-like melodic style, laconic thematic material, crisp dotted rhythms, and a concise form, reflecting a stylistic modernization of the Ukrainian art song in the early Soviet era.

The romances of Yakiv Stepovyi stand out for their filigree perfection, particularly the vocal cycle "Barvinky(Periwinkles)", which vividly reveals the distinctive features of his individual style: melodic lyricism, formal clarity, connection with folk intonation, national color, and emotional immediacy. The thematic range of the cycle is remarkably diverse – spanning socially charged songs ("The Sun Rises Beyond the Grove," "Three Roads"), humorous miniatures ("She Trampled Down the Path"), and deeply lyrical reflections ("Scatter with the Wind").

A further development of psychological depth and subtlety of imagery can be observed in the work of Victor Kosenko, whose vocal style is characterized by elegiac love lyricism and a refined psychological reading of poetic texts. His romances are marked by warmth of emotion, cantabile melodic lines, colorful harmonic palette, and polyphonic treatment of the piano accompaniment. Particularly notable within his vocal output are the solo songs to the poetry of Pavlo Tychyna – "On the Square," "The Poplars Are Being Mobilized," and "I Walk Home from Work, from the Factory."

In the 1950s-1970s, the works of Dmytro Klebanov, Kostiantyn Dankevych, and Yurii Meitus exhibit a pronounced lyricization of musical imagery, evident both in vocal cycles and individual solo songs. Similar stylistic tendencies are found in the chamber-vocal legacies of Borys Liatoshynskyi and Mykhailo Verykivskyi, characterized by declamatory melodic writing, coloristic and timbral interpretation of the piano accompaniment, tense harmonic language, and a psychological concentration of imagery – features that reflect a mature and introspective phase in the evolution of Ukrainian chamber-vocal art.

A distinct line in the evolution of the solo-song genre from the Old Galician elegiac song to the mature lyrical works is represented by the Western Ukrainian composers Vasyl Barvinskyi and Stanislav Liudkevych.

Vasyl Barvinskyi worked productively in many genres, forming a multifaceted and artistically cohesive creative legacy. It includes vocal-instrumental ethnographic canvases, notably "Ukrainian Wedding" for mixed chorus, quartet of soloists, and orchestra; choral works a cappella "Shevchenko's Cottage," "Wave in Golden Grain" set to words by Bohdan Lepkyi; as well as solo songs for voice with orchestra – "Psalm of David" set to words by Panteleimon Kulish, "Nocturne ('O Moon, Prince')" and "Sonnet ('Blessed Be Thou')" set to words by Ivan Franko. Regardless of genre sphere – chamber-instrumental, solo, choral, or symphonic – the composer maintained a recognizable individuality. He is characterized by profound lyricism, subtle psychological sensitivity, and the ability to penetrate the most intimate spheres of human experience; his style also exhibits impressionistic intonational-coloristic tendencies.

Barvinskyii's chamber-vocal legacy is distinguished by genre and ensemble diversity. Solo songs were created both with piano accompaniment and with the participation of symphony orchestra or chamber ensembles. Among them are "Evening in the Cottage," "In the Forest" set to words by B. Lepky (1910), "Psalm of David" (version with symphony orchestra, 1918), "O Fields, You Fields" set to words by Oleksandr Konysky (1923), "O Sad, Sad Dark Night" (folk text, 1923), "I Once Had a Beloved Native Land" set to words by Heinrich Heine (1923), "How Inexpressibly Lovely (Lullaby)" set to words by Hryhoriy Chuprynka (1923), "O Lullaby, Lullaby" set to words by Taras Shevchenko (1923), as well as orchestral versions of "Nocturne" and "Sonnet" set to texts by I. Franko. Later works – "To Lviv" set to words by Maksym Rylsky (1940), "Hope" (1956), "I Shall Fall Asleep" and "And Spring Again" set to words by Lesya Ukrainka (duet, 1957) – attest to the continuity of his interest in the chamber-vocal genre.

A separate group consists of cycles of folk song arrangements for voice with piano: six folk songs (1912) and Lemko songs (1943–1945). Arrangements for voice, violin, and piano also form distinctive diptychs – two folk carols (1916) and two Lemko songs (1933). In these works, folkloric material appears not as stylization but as a deeply individualized artistic image organically incorporated into professional compositional language.

Stanislav Liudkevych turned to the genre of solo-song throughout his creative life. His earliest works date from his studies at the Yaroslav Gymnasium, while during his student years in Lviv and shortly after university graduation (1898–1902) he composed eight solo songs. This period

includes three settings of poems by Heinrich Heine, probably influenced by the extensive celebrations of the poet's centenary in 1897: "Yakby vy znaly (If You Only Knew)", 1898, translated by the composer, "Du bist wie eine Blume (You Are Like a Flower)", 1899, in German, and "Kozhdym vecherom tsarivna (Every Evening the Princess)", 1900, translated by Ahatanhel Krymskyi. The poem "Du bist wie eine Blume" is among the most widely used texts in European chamber vocal music, having been set by more than 160 composers.

In 1900, even before meeting the poet personally, Liudkevych composed his only solo song to a text by Lesia Ukrainka, "Ne spivaite meni seii pisni (Do Not Sing Me This Song)". "Syritka (The Orphan Girl)", 1898 constitutes an artistic arrangement of a traditional folk orphan song. The same period also includes solo songs to texts by the composer's close associates: "Chy tiamysh shche? (Do You Still Remember?)", Vasyl Starosolskyi and "Tam daleko na Pidhir'iu (Far Away in the Pidhiria Region)", Ilko Havryliuk.

A significant place in Liudkevych's solo-song output is occupied by the works set to poetry by Bohdan Lepkyi, Petro Karmanskyi, and Vasyl Pachovskyi, composed between 1902 and 1909 and associated with the circle of artists known as "Moloda Muza (Young Muse)". Characteristically, from poems imbued with motifs of despair and pessimism the composer selected texts marked by an inner light and a belief in the future. During the 1920s and 1930s, Liudkevych composed six solo songs to the texts by Oleksandr Oles, thereby continuing the tradition established by Mykola Lysenko and Kyrylo Stetsenko. Individual solo songs were also written to the texts by Taras Shevchenko, Markiian Shashkevych, Uliana Kravchenko, Pavlo Hrabovskyi, and Ivan Franko. The poetic image and its capacity for musical embodiment were decisive for the composer.

A vivid chapter in the history of Ukrainian lyrical solo song is represented by the work of H. Maiboroda, in which an arioso-melodic style, chamber intimacy, and images of nature are combined. A subsequent stage in the genre's development is associated with the Composers of the Sixties generation – Lesia Dychko, Myroslav Skoryk, Yurii Ishchenko, Valentyn Bibik, and Bohdana Filts – who, while drawing on tradition, actively renewed the figurative and stylistic language of the romance.

The traditions of Borys Liatoshynskyi proved especially fruitful for the creative work of Lesia Dychko, primarily his attention to poetic imagery and coloristic thinking. The composer's vocal cycles set to poems by Pavlo Tychyna "Enharmonic" and "Pastels" (1967) are distinguished by purity of intonation and refined poetic quality. These works are written in an inspired musical

language employing a rich timbral-coloristic palette, characteristic modal-harmonic coloration, and subtle tone-painting techniques. They are dominated by watercolor-like sonority, impressionistic imagery, and soft nuanced interplay of textures.

Original in terms of generalized transformation of folkloric elements is the vocal cycle "Calendar Songs" for voice and piano on Ukrainian folk texts by Yurii Ishchenko. The composer employs folk-song diatonicism and narrow-range modal structures – dichords, trichords, and tetrachords, which form the distinctive intonational-rhythmic foundation of the cycle. The vocal cycle is, in general, one of the dominant genres in the artist's oeuvre, as evidenced by a substantial corpus of such works: a vocal cycle set to poems by Rasul Hamzatov in nine parts; "Chain of Pearls" set to poems by Katri Vala in six parts; Three Romances for soprano and piano set to poems by Tetiana Kolomiiets and Vasyl Chumak; Two Romances for mezzo-soprano set to poems by Vitaliy Korotych and Vasyl Symonenko; the vocal cycle "Songs of the Provençal Troubadours" set to poems by Bernart de Ventadorn; "Poetry of the Earth" set to poems by John Keats; "Early Autumn" set to poems by Yevhen Pluzhnyk. A separate group consists of works for children, including the cycle "Children's Songs" set to Ukrainian folklore texts for soprano and chamber ensemble.

Myroslav Skoryk approached the comprehension of Carpathian song-and-dance folklore in a new way. Original interpretations were given to the poems by Taras Shevchenko that he repeatedly set to music – "Yakby meni cherevyky (If I Had Shoes)"and "Zatsvila v dolyni (A Flower Bloomed in the Valley)". The composer's solo songs are characterized by the intonational-modal freshness and a distinctive treatment of rhythmic organization, conditioned by the influence of Hutsul songs and kolomyikas, combined with the characteristic tartness of harmony and modal variability of the melody. These characteristic features are vividly manifested in the triptych "*Three Ukrainian Wedding Songs"* for voice and orchestra (1974).

Anatolii Kos-Anatolskyi treats Carpathian folklore differently. A cantabile melody, based on the folk-song melodies of lyrical songs from the Pre-Carpathian region, predominates in his solo songs. The melodies are combined with intonations of the Ukrainian urban everyday romance. In terms of genre, these are song-romances with a dynamized strophic form and elements of dramatization, where the refrain function is often performed by virtuosic coloratura passages bearing features of kolomyika melodies (in particular, "Solov'ïnyi romans (Nightingale Romance)" and "Oi ty, divchyno, z horikha zernya (Oh Girl, from a Nut Kernel)"to words by Ivan Franko).

CONCLUSIONS

The evolution of the Ukrainian solo song and vocal cycle reflects a continuous dialogue between national intonation, folklore, and European compositional traditions, resulting in a uniquely rich and dynamic genre. From the late 19th century onward, the chamber-vocal sphere became a privileged medium for expressing the Ukrainian worldview, intertwining lyricism, philosophical reflection, and civic consciousness through the synthesis of music and poetic word.

Mykola Lysenko stands at the foundation of this genre's national school, having shaped the expressive and structural models that would influence generations of composers. The lyrical-romantic paradigm initiated by Lysenko gradually expanded into new stylistic dimensions in the 20th century – embracing impressionistic colorism, psychological refinement, and modern harmonic language in the works of Vasyl Barvinskyi, Stanislav Liudkevych, and Borys Liatoshynskyi.

In the postwar and late Soviet periods, composers such as Lesia Dychko, Yurii Ishchenko, Myroslav Skoryk, and Anatolii Kos-Anatolskyi enriched the genre with innovative timbral palettes, folkloric reinterpretations, and cross-genre synthesis.

Across all stages of development, the Ukrainian solo-song and vocal cycle reveal a remarkable stylistic synthesis – a confluence of folk lyricism, European Romantic expressiveness, and modernist innovation. The genre's evolution demonstrates not only the vitality of the Ukrainian national style but also its openness to global artistic currents, confirming the chamber-vocal sphere as one of the most sensitive and enduring forms of Ukraine's musical identity.

In summary, the Ukrainian solo-song and vocal cycle embody a historical continuum where tradition and innovation coexist. From Lysenko's foundational models to Dychko's and Skoryk's modern reinterpretations, the genre stands as a mirror of Ukraine's cultural consciousness – lyrical in spirit, philosophical in depth, and inexhaustibly rich in musical imagination.

Keywords: Ukrainian music; solo song; vocal cycle; chamber-vocal genre; musical folklore; ethnographic canvases; national musical identity; Ukrainian composers; genre evolution.

BIBLIOGRAPHY

1. Smoliak, O. (Ed.). (1998). *Vasyl Barvinskyi i ukrainska muzychna kultura: sviatkova akademiia, prysviachena 110-i richnytsi vid dnia narodzhennia V. Barvinskoho. 16 bereznia 1998 r. Statti ta materialy* [Vasyl Barvinskyi and Ukrainian musical culture: Commemorative academy for the 110th anniversary of V. Barvinskyi's birth. March 16, 1998. Articles and materials]. Ternopil.

2. Volynskyi, I. (1965). *Anatolii Yosypovych Kos-Anatolskyi* [Anatolii Yosypovych Kos-Anatolskyi]. Kyiv: Muzyka.
3. Honchar, Ye. F. (1992). Deiaki osoblyvosti kompozytorskoho myslennia M. Lysenka (pro kompozytsiinu dynamiku rozvytku tematyzmu) [Some features of M. Lysenko's compositional thinking (on the compositional dynamics of thematic development)]. *Ukrainske muzykoznavstvo*, (27), 193–199.
4. Hordiichuk, M. (1978). *Lesia Dychko* [Lesia Dychko]. Kyiv: Muzychna Ukraina. (Tvorchi portrety ukrainskykh kompozytoriv [Creative portraits of Ukrainian composers]).
5. Hrytsa, S. Y. (2012). *Lesia Dychko v zhytti i tvorchosti* [Lesia Dychko in life and creativity]. Drohobych: Posvit.
6. Kyianovska, L. (1998). *Myroslav Skoryk: tvorchyi portret kompozytora v dzerkali epokhy* [Myroslav Skoryk: The creative portrait of a composer in the mirror of the era]. Lviv: Spolom.
7. Kolodii, Ya., & Polek, V. (1974). *Kompozytor Kos-Anatolskyi* [Composer Kos-Anatolskyi]. Kyiv.
8. Kozarenko, O. V. (2000). *Fenomen ukrainskoi natsionalnoi muzychnoi movy* [The phenomenon of the Ukrainian national musical language]. Lviv: NTSh.
9. Kon'kova, H. (1989). *Yurii Ishchenko* [Yurii Ishchenko]. Kyiv: Muzychna Ukraina. (Tvorchi portrety ukrainskykh kompozytoriv [Creative portraits of Ukrainian composers]).
10. Kornii, L. (2003). M. Lysenka v konteksti yevropeiskoho muzychnoho romantyzmu (Zakhidna i Tsentralna Yevropa) [M. Lysenko in the context of European musical romanticism (Western and Central Europe)]. *Ukrainske muzykoznavstvo: Naukovo-metodychnyi zbirnyk do 160-richchia vid dnia narodzhennia M. V. Lysenka*, (32), 16–28. Kyiv.
11. Lihus, O. (2003). Rapsodii M. Lysenka v konteksti evoliutsii tsoho zhanru v epokhu romantyzmu [M. Lysenko's rhapsodies in the context of the evolution of this genre during the Romantic era]. *Ukrainske muzykoznavstvo*, (32), 86–95.
12. Nadenenko, V. Ya. (1950). *Ya. S. Stepovyi* [Ya. S. Stepovyi]. Kyiv.
13. Pavlyshyn, S. (1990). *Vasyl Barvinskyi* [Vasyl Barvinskyi]. Kyiv: Muzychna Ukraina.
14. Parkhomenko, L. O. (1963). *Kyrylo Hryhorovych Stetsenko* [Kyrylo Hryhorovych Stetsenko]. Kyiv: Muzychna Ukraina.
15. Pysmenna, O. (2010). *Khorova muzyka Lesi Dychko* [Choral music of Lesia Dychko]. Lviv: Naukove tovarystvo im. T. Shevchenka.
16. Stel'mashchuk, R. (2007). Tvorchist M. Lysenka y ukrainskyi muzychnyi modernizm 1920–30-kh rr. [The works of M. Lysenko and Ukrainian musical modernism of the 1920–30s]. *Muzykoznavchi studii Instytutu mystetstv Volynskoho derzhavnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky ta Natsionalnoi muzychnoi akademii imeni P. I. Chaikovskoho: Zbirnyk naukovykh prats*, (1), 50–64. Lutsk: Vezha.
17. Tereshchenko, A. A. (1986). *Kos-Anatolskyi* [Kos-Anatolskyi]. Kyiv: Muzychna Ukraina.
18. Shvartsman, Sh. (1976). *Yakiv Stepovyi* [Yakiv Stepovyi]. Kyiv: Muzychna Ukraina.
19. Shtunder, Z. (2005). *Stanislav Liudkevych. Zhyttia i tvorchist* [Stanislav Liudkevych. Life and creativity] (Vol. 1). Lviv.
20. Yakubiak, Ya. (2003). *Mykola Lysenko i Stanislav Liudkevych: Monohrafiia* [Mykola Lysenko and Stanislav Liudkevych: A monograph]. Lviv: Naukove tovarystvo im. Shevchenka, Lvivska derzhavna muzychna akademiia im. M. V. Lysenka.

VITAMIN D LEVELS CORRELATED WITH HORMONAL LEVELS IN EARLY MENOPAUSE

Burlica Sorin[1], Ardelean Anamaria[2], Furau Cristian[2], Buleu Florina[1], Burlica Adela[1], Petre Izabella[1], Petre Ion[1]
[1]University of Medicine and Pharmacy "Victor Babes" Timisoara, Romania
[2]Western University "Vasile Goldis" of Arad Romania

Introduction: Early menopause, defined as the cessation of ovarian function before the age of 45 y, affects ~10% of women and is associated with higher risk of cardiovascular disease, osteoporosis, and other conditions. Few modifiable risk factors for early menopause have been identified, but emerging data suggest that high vitamin D intake may reduce risk.

Material and methods: Analyzing the database, containing 302 patients it was found that about 10.26 % did not presented any data regarding the vitamin D measurement. And 1 subsect shoed a case of very high levels of vitamins D. Therefore they were eliminated from the further analysis. The remaining 272 patients presented measured values for vitamin D.

Results and discussion: Considering this categories of vitamin D values and installation age for menopause as parameters to categorize our group, the analysis revealed the following results: As percentage, 38.97% of all menopausal patients, of all ages presented a severe deficit of vitamin D<20 ng/dl, 36.76% of them presented vitamin D insufficiency (21-29 ng/dl) according to the international guidelines 24% presented normal values for vitamin D.

Regardimg the hormons : estradiol, FSH, LH, Progesteron our analysis reveald as follows:

✓ I

n case of early menopause the age of installation was about 41.07+/-0.4 years (<EAN+/-S.E>M) for 42.27% of patiens. IN this group the global amalysis revealed a mean value of vit D as 36.32+/-13.005 EAN+/- SEM).

✓ E

stradiol exhibited a weak but statistically significant negative correlation with FSH ($r = –0.29$, $p = 0.0016$), indicating that decreased estradiol is associated with elevated FSH, consistent with the hormonal profile of premature menopause. Similarly, progesterone showed a weak yet significant negative correlation with LH ($r = –0.207$, $p = 0.026$), reflecting a modest association between reduced progesterone levels and increased LH

✓ T

he analysis did not show a significant correlation between vitamin D and progesterone levels ($r = 0.031$, $p = 0.744$), nor between estradiol and vitamin D levels ($r = –0.038$, $p = 0.686$),

suggesting that variations in vitamin D are not associated with changes in estradiol indicating that variations in vitamin D do not appear to be associated with changes in progesterone in this dataset when analyzed globaly.

Conclusions: In this prospective study, we found high intakes of vitamin D from food sources to be modestly associated with lower risk of early menopause. Low vitamin D levels do not influence progesterone or estrogen levels in cases without other associated pathology.

Key words: vitamin D, early menopause, estradiol, progesteron

ISARC
INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

STRENGTHENİNG MULTİSECTORAL GOVERNANCE FOR STUNTİNG REDUCTİON İN INDONESİA: A COMPREHENSİVE POLİCY ANALYSİS AND INTERNATİONAL COMPARATİVE REVİEW

Syed Agung Afandi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Indonesia
https://orcid.org/0000-0002-5022-0701
Muslim Afandi
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Indonesia
https://orcid.org/0000-0001-6607-8511
Rizki Erdayani
Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Indonesia
https://orcid.org/0000-0001-7432-6677

Abstract: Stunting remains a persistent development and public health challenge in Indonesia despite extensive national commitments and a decade of multisectoral interventions. Previous studies have highlighted sectoral determinants—such as nutrition, health, and sanitation—but insufficiently explain how governance arrangements shape variations in program implementation across regions. This study addresses this gap by synthesizing national policies, global frameworks, and subnational governance experiences to examine how multisectoral coordination, decentralization dynamics, and institutional capacities influence the effectiveness of stunting-reduction efforts.

Purpose: This article aims to assess governance factors that facilitate or hinder multisectoral stunting interventions and to propose a governance-oriented framework to strengthen policy coherence and implementation across administrative levels.

Design/Methodology/Approach: The study employs an integrative and systematic review approach, analyzing evidence from peer-reviewed literature, government regulations, evaluation reports, and international best practices. The review maps structural, administrative, and implementation barriers across key sectors, including health, nutrition, social protection, water and sanitation, education, and local governance.

Findings: The analysis reveals that fragmented planning and budgeting, weak accountability mechanisms, limited data interoperability, uneven regional capacities, and inconsistent local political prioritization continue to undermine progress. Conversely, high-performing districts exhibit strong leadership, collaborative governance practices, digital data integration, community engagement, and adaptive program management.

Originality/value: This paper contributes by shifting the analytical lens from sectoral interventions to governance arrangements, offering a comprehensive framework that integrates institutional alignment, performance-based financing, interoperable data systems, and locally responsive strategies. The study advances theoretical and practical insights for strengthening multisectoral governance to achieve sustained reductions in stunting.

Keywords: Multisectoral Governance, Stunting, Indonesia.

Introduction

Stunting remains one of the most persistent public health challenges in Indonesia, reflecting longstanding structural inequalities, socio-economic disparities, and systemic governance barriers that influence maternal and child nutrition outcomes. Despite significant progress in the last decade—marked by a decline in national stunting prevalence from 37% in 2013 to 21.6% in 2022—Indonesia continues to face major obstacles in meeting the national target of 14% by 2024 and aligning with the Sustainable Development Goals (SDGs) for 2030. The persistence of stunting in several provinces and districts indicates that the problem is not merely biomedical but deeply embedded in broader political, social, economic, and institutional structures that shape everyday access to nutrition, healthcare, sanitation, education, and social protection. This makes stunting a multidimensional developmental issue, requiring integrated interventions and coherent governance across sectors and levels of administration.

Stunting, defined as impaired growth and development in children resulting from chronic malnutrition, repeated infections, and inadequate psychosocial stimulation, is known to carry lifelong consequences ranging from reduced cognitive development and poorer educational outcomes to lower economic productivity and a greater risk of chronic diseases in adulthood (Black, Victora, and Walker 2013; Victora et al. 2021). In the Indonesian context, the burden of stunting is disproportionately concentrated in poorer, rural, and underserved regions, reflecting both structural inequalities and uneven state capacity to deliver essential services. Studies highlight that differences in household income, maternal education, access to clean water and sanitation, and maternal health services are key determinants of stunting disparities across Indonesia (UNICEF 2022; Kemenkes 2023). This underscores the critical need to move beyond narrowly defined biomedical interventions and adopt a systemic, multisectoral perspective that addresses interrelated determinants.

Government efforts to tackle stunting have intensified since the launch of the *National Strategy for Stunting Reduction* (*Stranas Stunting*) in 2018, which introduced a high-level, multisectoral

governance model involving 23 ministries and agencies. The strategy's emphasis on convergence—integrating nutrition-specific and nutrition-sensitive interventions at national and sub-national levels—aims to harmonise policies, programs, budgets, and monitoring systems. Local governments (districts and villages) are expected to play a major implementation role due to Indonesia's decentralised governance model. However, evidence from national evaluations shows that convergence remains uneven, hindered by varying local capacities, fragmented financing, rigid sectoral silos, and inconsistent data systems (Bappenas 2021; TNP2K 2022). As a result, despite strong political commitment at the national level, stunting reduction efforts remain vulnerable to local-level policy discontinuity, bureaucratic inertia, and institutional incoherence.

The interplay between decentralisation and multisectoral coordination is particularly complex. Indonesia's decentralisation reforms since 2001 have granted districts substantial autonomy in budgeting, planning, and implementing health and nutrition programs. While this autonomy allows for local innovation, it also results in highly uneven performance across regions due to differing political priorities, bureaucratic capacities, and resource availability. Some local governments have successfully leveraged village funds (*Dana Desa*) and integrated village-level planning to improve nutrition outcomes, while others remain trapped in fragmented program delivery. This institutional variability is a central challenge that requires theorisation to better understand the dynamics shaping policy implementation, accountability, and governance performance.

In light of these challenges, the current study seeks to analyse the governance landscape of stunting reduction in Indonesia through a comprehensive policy and institutional lens, examining how multisectoral coordination, digital transformation, fiscal policies, and community engagement interact to influence policy outcomes. The study also aims to identify gaps in the current governance system and propose future directions for policy reform, grounded in global best practices and theoretical insights from public policy, health systems strengthening, and social determinants of health. By adopting a multidisciplinary analytical framework, the paper contributes to a more nuanced understanding of Indonesia's stunting reduction efforts as a complex, dynamic policy process shaped by multiple actors, competing interests, institutional constraints, and socio-cultural contexts.

Methods

This study adopts a *systematic integrative review* design, an approach that enables the synthesis of findings from diverse forms of research—including qualitative, quantitative, mixed-methods studies, policy analyses, program reports, and grey literature—to construct a comprehensive understanding of stunting reduction policies in Indonesia. This approach is appropriate because stunting is a multidimensional phenomenon in which public health determinants intersect with governance structures, health system capacity, socioeconomic conditions, intersectoral intervention design, and policy actor dynamics. Thus, only an integrative method is capable of capturing the complexity of these interrelated factors, as recommended by Whittemore & Knafl (2005) and Snyder (2019).

A systematic literature search was conducted across five major international databases—Scopus, Web of Science, PubMed/MEDLINE, ScienceDirect, and Google Scholar—and supplemented by three leading national databases: SINTA, Neliti, and Garuda. Search keywords were constructed using Boolean operators enhanced with MeSH terms, including "stunting," "child growth failure," "undernutrition," "nutrition policy," "health policy implementation," "Puskesmas," "BKKBN," "specific nutrition intervention," and "sensitive nutrition intervention." These terms were combined in search structures such as ("stunting" OR "child undernutrition") AND ("policy" OR "intervention" OR "governance") AND ("Indonesia"). The review covered publications from 2013 to 2025 to capture the policy trajectory from the pre-implementation period of the National Strategy for Stunting Reduction (Stranas Stunting) through the phase in which BKKBN was appointed as the leading sector for family development and stunting reduction. To minimize publication bias, national policy documents, ministerial reports, WHO–UNICEF publications, and donor agency reports were also included, consistent with the recommendations of Paez (2017).

Selection criteria were established to ensure the relevance and quality of the evidence. Eligible studies had to focus on stunting or child nutrition interventions in Indonesia, include policy or implementation analysis, and employ quantitative, qualitative, or mixed methods. Studies reporting only prevalence data without policy context, opinion pieces lacking empirical evidence, or papers without accessible full texts were excluded. All search results were imported into Mendeley for duplicate identification. Screening followed the PRISMA workflow—from initial identification, title and abstract screening, full-text review, to final eligibility assessment—as outlined by Moher et al. (2009). Two reviewers conducted the

screening independently to reduce subjective bias, with disagreements resolved through discussion until consensus was reached.

Data from eligible studies were extracted into a synthesis matrix capturing author, year, study location, methodological approach, policy indicators, types of interventions assessed, actors involved, and key findings. Coding was performed using thematic content analysis, which allows themes and patterns to emerge inductively while also incorporating deductively derived categories aligned with national policy structures—such as specific and sensitive nutrition interventions. Braun & Clarke (2006) framework guided the thematic analysis to ensure a transparent and systematic process from familiarization to final theme development.

Policy analysis employed a combination of three theoretical frameworks. First, the Health Policy Triangle (Walt and Gilson 1994) was used to examine the interplay among policy actors, context, processes, and content, emphasizing how interactions among ministries, local governments, Puskesmas, Posyandu, external donors, and communities shape stunting policy implementation. Second, a systems thinking approach was applied to map cross-sectoral causal relationships—among health, education, sanitation, food security, and social protection—drawing on the contributions of Meadows (2008) and Peters (2014). Third, the Consolidated Framework for Implementation Research (CFIR) (Damschroder et al. 2009) was employed to assess determinants of implementation success, including organizational readiness, resource capacity, program implementer behavior, and external support systems.

To ensure the validity and reliability of the findings, rigorous quality assurance procedures were implemented. Triangulation was conducted by integrating international academic sources, government documents, and grey literature. Interim findings were subjected to peer debriefing with health policy experts and public nutrition scholars. Bias reduction procedures included reflexive note-taking throughout the analysis to maintain researcher objectivity and ensure search saturation—defined as the absence of new conceptual insights in additional articles identified during the final search phase. These procedures align with global standards in health policy research as outlined by Buse et al. (2021).

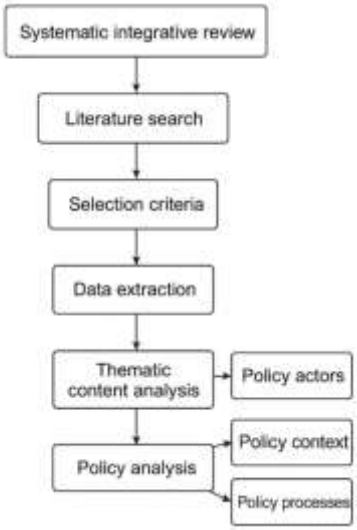


Figure 1. Research Method Flowchart
Source: Developed by the authors (2025).

Discussion and Finding

Indonesian Health Policy Landscape

Synthesis of studies, policy reports, and empirical data indicates that the trajectory of Indonesia's health policy over the past two decades has been shaped by a complex interplay of macro-political shifts, economic dynamics, bureaucratic reforms, and public sector decentralization. Since the onset of the Reformasi era in 1998 and the implementation of decentralization in 2001, the Indonesian health system has evolved within a political environment that is more open yet increasingly fragmented. These changes have enabled opportunities for policy innovation while simultaneously generating coordination challenges between central and subnational governments. Numerous studies describe Indonesia as one of the most rapidly decentralized countries in Asia in terms of both fiscal and administrative authority, resulting in significant reconfigurations in the governance structure of the health sector (World Bank 2021). These shifts influence various components of the system, including policy formulation capacity, program implementation, and the effectiveness of monitoring and evaluation.

Over the past two decades, Indonesian health policy has moved beyond a focus on basic service delivery toward a more comprehensive reform agenda encompassing health financing, primary care strengthening, digital health transformation, and multi-level governance. These reforms did not occur in isolation; they were influenced by global health developments such as the push for Universal Health Coverage (UHC), global health security concerns, the need for stronger

epidemiological surveillance, and the growing integration of digital technologies into health systems. Numerous studies show that these developments reflect a paradigm shift from fragmented service delivery to more integrated, data-driven health system governance (Kickbusch and Gleicher 2013; WHO 2019).

In the realm of health financing, the implementation of the National Health Insurance (JKN) in 2014 marked one of Indonesia's most significant health reforms. Empirical studies note that JKN has expanded access to healthcare, increased utilization of health facilities, and reduced financial barriers for households (Mahendradhata 2017). However, researchers also highlight geographic disparities and variations in facility performance, closely linked to subnational capacity in regulating service providers and managing capitation-based payments. This illustrates how decentralization can be a double-edged sword: enabling local innovation while also generating wide variation in service quality. In some regions, the JKN referral system becomes inefficient due to limited primary care capacity, particularly in eastern Indonesia.

Progress in health governance has also been uneven. The central government has attempted to improve coordination through national development plans, the health system transformation agenda launched in 2021, and the strengthening of six pillars of health system reform. Yet implementation largely depends on subnational government capacity, the availability of health workers, the quality of health data, and the ability of regions to align with national priorities. Health policy literacy varies considerably across regions; provinces such as West Java, Yogyakarta, and Bali have integrated health planning with digital information systems, while many districts in eastern Indonesia still struggle with structural constraints such as limited digital infrastructure, insufficient human resources, and weak data recording systems (Bappenas 2022).

Digital health development has become a central element in both global and national health policy discourse. Indonesia began addressing this issue through the 2010 e-Health Blueprint and strengthened its commitment through policies on electronic medical record (EMR) interoperability between 2022 and 2023. Literature indicates that digitalization enhances service effectiveness, accelerates referral processes, and improves real-time health data collection. However, multiple studies emphasize the persistent challenges of weak interoperability, siloed datasets, and inadequate data utilization for decision-making. The core challenges are not merely technological but revolve around data governance, cybersecurity,

platform standardization, the digital literacy of health workers, and compliance by health facilities with new regulations.

Decentralization has also produced substantial variation in health policies across provinces and districts. Regions such as Jakarta and West Java have developed real-time health dashboards, leveraged big data for epidemiological surveillance, and integrated JKN with local service delivery systems. Meanwhile, regions with lower fiscal capacity still rely heavily on central transfers and face persistent challenges in health data management, implementation of promotive and preventive programs, and meeting primary care service standards. The literature on multi-level governance underscores that policy success in decentralized states is highly dependent on the quality of coordination between national and subnational levels; Indonesia represents a clear case in which these interactions profoundly shape health service effectiveness (Faguet 2014; Rodden 2018).

International comparative studies show that highly decentralized countries such as the Philippines, India, and Brazil face similar challenges—particularly regional disparities and inconsistent service quality. Yet experiences from Brazil and India demonstrate that national standardization can be effective when accompanied by strong oversight and fiscal incentives. WHO (2020) notes that Indonesia is beginning to adopt similar approaches through national accreditation standards, integrated health data systems, and performance-based financing mechanisms. Nevertheless, implementation still requires consistent policies and sufficient technical capacity across regions.

These findings suggest that Indonesia's health sector transformation is complex rather than linear. Progress has been achieved in areas such as UHC financing, digital health, and primary care strengthening, but systemic constraints persist, including uneven subnational capacity, weak data governance, and fragmented policy implementation. These patterns align with international literature indicating that health reforms in developing countries commonly face administrative capacity gaps and difficulties building robust coordination mechanisms across levels of government (Kieny et al. 2017; OECD 2018). Indonesia's health reforms are advancing, but the consistency and quality of implementation remain central challenges.

Health System Reform

Indonesia's health reform since 2010 has increasingly centered on comprehensive health system strengthening, with UHC as the overarching framework and multi-level governance as the core political-administrative architecture. The launch of JKN in 2014 not only expanded coverage

but fundamentally altered the relationships between service providers, government, and the public. Evidence shows that more than 246 million Indonesians are now enrolled in JKN, making it one of the largest UHC programs globally (BPJS 2023). However, broad coverage does not necessarily equate to optimal system performance, as service quality, referral system efficiency, and the integration of promotive–preventive programs still require strengthening.

The Indonesian experience reinforces global evidence that UHC is a long-term political and administrative process. As highlighted by Kutzin (2013) and Reich et al. (2016), major UHC challenges in developing countries include fragmented service delivery, uneven subnational capacity, and weak coordination between financing and service provision. Indonesia faces these issues acutely, due in part to decentralization, which grants extensive authority to local governments over primary healthcare management. While JKN financing is centralized through BPJS Kesehatan, primary care service delivery—including Puskesmas, frontline health workers, and health promotion programs—falls under district governments. The interaction of these dual authorities produces capacity variation that directly affects UHC effectiveness.

Recent studies highlight that one of the most pronounced effects of decentralization on UHC is the variability in primary care quality. Districts with strong fiscal capacity and planning systems can optimize JKN capitation funding for promotive and preventive services, whereas low-capacity regions allocate most capitation to curative and operational expenditures, limiting opportunities for preventive actions. This results in elevated secondary care burden and inefficient referral pathways. Such patterns also affect stunting interventions, as primary care systems are critical for early detection, growth monitoring, and household counseling. Thus, the success of stunting programs is closely linked to the performance of primary healthcare, which is governed at the district level.

Thematic findings indicate that Indonesia's health reform comprises four major and interconnected transformation areas: (1) primary care transformation, (2) health financing reform, (3) health security strengthening, and (4) digital health transformation. Among these, primary care strengthening and digital health transformation are the most influential for stunting policy implementation. Effective primary care underpins both specific and sensitive nutrition interventions, while digital systems support integrated family data, nutrition surveillance, and program monitoring. This aligns with WHO's health system framework, emphasizing the need for consistent integration across information, financing, human resources, and governance components (WHO 2010).

At the national policy level, Indonesia has attempted to address fragmentation through the National Strategy for Stunting Reduction (Stranas Stunting) and Presidential Regulation No. 72/2021, which institutionalizes the whole-of-government and whole-of-society approach. This approach mirrors global collaborative governance models (Ansell and Gash 2008) and acknowledges that stunting reduction requires coordination across health, education, sanitation, agriculture, social protection, and village governance. This intersectoral approach represents global best practice for tackling multidimensional malnutrition (UNICEF 2022).

Yet evaluations reveal persistent structural barriers to implementing collaborative governance. Many regions have not fully integrated cross-sector planning into local development documents, and coordination mechanisms often remain procedural rather than substantive. Literature suggests that collaborative governance becomes effective only when supported by consistent political commitment, adequate resources, clear actor roles, and aligned incentives (Emerson, Nabatchi, and Balogh 2012). In Indonesia, national commitment is strong, but regional capacity gaps and limited policy literacy hinder effective coordination between health and non-health sectors.

From an institutional theory perspective, stunting policy dynamics in Indonesia reflect historical institutionalism, particularly *path dependency*, wherein past policies shape current policy choices (Pierson 2000). Indonesia's long history of nutrition programs—from the Puskesmas era in the 1970s to community nutrition initiatives—was characterized by fragmentation and weak data systems. These institutional legacies complicate efforts to transition toward integrated, family-centered, and collaborative approaches. Institutional change requires organizational culture shifts, new incentive structures, and sustained capacity strengthening.

Network governance theory further explains Indonesia's multi-actor policy environment, involving central ministries, local health offices, Puskesmas, village governments, Posyandu cadres, NGOs, and international partners. While such networks can enable strong synergies, they also risk program redundancies and overlapping mandates when coordination is weak. The Overseas Development Institute notes that the more actors involved, the more critical formal coordination mechanisms and integrated information systems become (ODI 2018). In Indonesia, the proliferation of unintegrated nutrition reporting applications creates administrative burdens and compromises data quality, underscoring the importance of harmonizing systems such as SIGIZI and e-PPGBM.

Field observations reveal significant variation in stunting governance maturity across regions. Central Java has successfully integrated health, nutrition, and social data through the Stunting Management Information System (SIPS), enabling data-driven decision-making. Yogyakarta strengthened family-centered approaches through cadre-supported digital systems. Conversely, several regions in Sulawesi, Nusa Tenggara, and Papua struggle with data accuracy, workforce shortages, and geographic constraints. These disparities highlight how national policies are mediated by local administrative conditions and socio-cultural contexts.

The interaction between JKN financing and stunting interventions also reveals complex dynamics. Districts that strategically use capitation funding tend to have stronger primary nutrition services, while others prioritize operational expenditures. Although BPJS Kesehatan introduced the Commitment-Based Capitation Payment System, implementation remains inconsistent, indicating the importance of coherent incentives across governance levels.

From a global perspective, Indonesia's stunting strategy aligns with WHO's double-duty actions framework, integrating maternal and child health, nutrition, sanitation, and healthy behavior interventions. However, the sustainability of this approach depends on subnational capacity to adopt national standards consistently. Overall, Indonesia's health reform has opened substantial opportunities for accelerating stunting reduction, yet success hinges on governance effectiveness, regional capacity, and system integration. Existing reforms reflect hybrid governance in which national standardization must be balanced with local flexibility—a model increasingly recognized as necessary in heavily decentralized contexts (Bossert 2016).

Intergovernmental Coordination, Financing Politics, and Multi-Actor Dynamics in Indonesia's Stunting Policy Regime

The complexity of Indonesia's stunting reduction efforts extends beyond technical health sector challenges to the political–administrative dynamics that shape policy implementation across governance levels. Under the broad decentralization framework adopted in 2001, the relationships between national, provincial, and district governments have undergone significant transformation, influencing how stunting interventions are governed. Evidence from policy documents and field synthesis suggests that national programs—such as the National Stunting Reduction Action Plan, Stranas Stunting, Village Fund utilization, primary care reform under the Indonesia Healthy Program with a Family Approach (PIS-PK), and Posyandu expansion—often face implementation barriers stemming from local autonomy, institutional fragmentation,

and fiscal disparities. These findings align with literature highlighting how Indonesia's decentralized governance system generates uneven implementation capacity and variable service quality (Hadna and Dwimawanti 2020; Mietzner 2019).

One key finding is that enhanced national coordination through the National Team for the Acceleration of Poverty Reduction (TNP2K) and Stranas Stunting succeeded in aligning ministries within a unified policy platform, but these mechanisms do not always translate effectively to subnational levels. The Ministry of Home Affairs supervises regional governance performance yet lacks direct authority to enforce compliance with stunting targets. The Ministry of Health focuses on technical interventions but does not control regional budgets. The Ministry of Finance allocates key funding flows (DAK, Village Funds) but does not design technical program content. This fragmented authority structure often creates confusion at the regional level, where multiple ministries issue directives that are not always harmonized. Scholars describe this as a characteristic challenge of Indonesia's multi-authority governance model (Antlöv, Wetterberg, and Dharmawan 2016).

Analysis of district planning documents shows that integrating specific and sensitive nutrition interventions heavily depends on local government capacity. Although the central government mandates Regional Stunting Action Plans (RAD), many districts produce these documents primarily for administrative compliance, with limited substantive cross-sector coordination. Many RADs lack supply-side performance indicators such as workforce availability, supplemental feeding logistics, family nutrition education coverage, and maternal class implementation. Instead, they focus on administrative outputs, such as the number of socialization events. These findings reflect previous studies that highlight the weakness of performance-based planning at local levels.

Financing politics further complicates implementation. Village Funds are widely considered critical to stunting reduction because of their flexibility to support sensitive nutrition interventions. Yet fund prioritization depends heavily on local political dynamics and village planning capacity. Many village governments continue to prioritize infrastructure projects due to their visibility, while investments in long-term nutrition interventions—such as counseling, behavioral change programs, and sanitation behavior improvement—are often underfunded. Studies indicate that political motivations frequently influence Village Fund allocation, reducing its potential impact on public health.

At the household level, socio-economic determinants remain central in shaping stunting vulnerability. Maternal education, access to clean water, household food security, and environmental quality strongly correlate with stunting prevalence (Victora et al. 2021; UNICEF 2022). However, behavioral change among caregivers is one of the most persistent challenges. Campaign-based approaches often fail to shift infant and young child feeding (IYCF) practices without sustained counseling. This underscores the need for stronger community engagement, including mobilizing Posyandu cadres, community leaders, and local champions.

Posyandu quality also varies considerably across regions. Despite national revitalization efforts, many Posyandu still lack adequate equipment, training, or supervision. Studies link gaps in service quality to inaccurate anthropometric measurement and delayed identification of at-risk children (Fithria, Rahmawati, and Yusuf 2020). While digital innovations such as e-Posyandu improve monitoring accuracy, implementation remains limited and dependent on budget and digital capacity.

Cultural norms exert significant influence on intervention uptake. Traditional dietary patterns high in starchy carbohydrates and low in animal protein pose challenges in many regions. Health anthropology studies indicate that technical interventions often fall short when they fail to consider local social norms, kinship patterns, and decision-making structures. In some communities, decisions around breastfeeding, complementary feeding, or ANC are influenced by elder family members or customary leaders.

National policy analysis also reveals tensions between evidence-based policy and political budget allocation. Although the government claims evidence-driven policymaking, evaluations show that budget priorities do not always align with scientific recommendations (Bappenas 2021, 2022). Planning and budgeting often follow established bureaucratic routines rather than integrating research findings that emphasize multisectoral pathways. This highlights the need for stronger policy coherence and knowledge translation.

From a global comparative perspective, Indonesia's performance places it in the mid-range relative to countries that have achieved rapid stunting reduction such as Rwanda, Ethiopia, and Vietnam. These countries rely on strong central coordination, rigorous performance oversight, and consistent integrated data systems. In Ethiopia, community-based health extension workers maintain continuous maternal and child contacts. Vietnam integrates nutrition, agriculture, and education within a unified system, backed by strong primary care performance oversight

(World Bank, 2023). Indonesia still struggles to ensure consistent service standards across regions, especially between Java and outer islands and between urban and rural areas.

These findings reaffirm that Indonesia's stunting policy regime is *multi-sectoral, multi-level, and multi-actor*, heavily shaped by political and administrative configurations. The reduction of stunting from 37% (2013) to approximately 21% (2022) reflects substantial progress, yet sustaining this improvement requires addressing policy fragmentation, strengthening cross-sector and intergovernmental coordination, ensuring funding consistency, enhancing primary care quality, and tailoring interventions to diverse local socio-cultural contexts.

Governance Coherence, Policy Alignment, and Institutional Sustainability

The success of Indonesia's stunting reduction efforts depends critically on governance coherence—defined as the degree to which governmental and non-governmental institutions operate harmoniously, reinforce each other's roles, and coordinate mandates without overlap or conflict. Strong cross-sectoral governance enables stunting interventions to work simultaneously and produce comprehensive impacts across nutrition determinants. Conversely, weak coordination leads to program fragmentation, inefficient budgeting, duplicated activities, and conflicting interventions. In Indonesia's multi-level and polycentric governance structure, achieving governance coherence is both challenging and strategically essential.

A key insight from this review is that cross-sector coordination has improved at the national level through Stranas Stunting, which requires 23 ministries/agencies to collaborate within a unified framework. Yet this does not automatically translate to effective coordination at the provincial or district levels, where decentralization grants significant discretion to regional leaders with varying capacities, priorities, and political affiliations. These findings align with studies showing that decentralized governance in Indonesia generates substantial variation in national policy implementation, depending on political commitment, leadership, and bureaucratic capacity.

At the subnational level, cross-departmental coordination structures remain underdeveloped. Health, education, public works, social affairs, and village development offices often operate in silos despite their interdependence in delivering nutrition-related interventions. Fragmentation manifests in misaligned program implementation: sanitation infrastructure built without accompanying behavioral change programs, or supplemental feeding interventions implemented by different agencies without unified targeting criteria. Such discrepancies reflect

long-standing criticisms in the literature regarding fragmented public service delivery in Indonesia (World Bank, 2018; Lieberman et al., 2022).

From an institutional theory perspective, this fragmentation reflects differing institutional logics across ministries. The Ministry of Health is guided by a preventive-medical logic; the Ministry of Social Affairs by social protection; the Ministry of Villages by community empowerment; and the Ministry of Public Works by infrastructure development. Without mechanisms to reconcile these logics into a shared interpretive framework, cross-sector coordination remains weak. Thus, the whole-of-government model embedded in Stranas Stunting is conceptually robust but not yet fully effective operationally.

Planning agencies (Bappeda) in provinces and districts theoretically serve as coordination hubs due to their mandate in development planning. However, their capacity varies, and many lack the authority to enforce cross-sector alignment. Local department heads often respond more strongly to vertical directives from technical ministries than to horizontal coordination from Bappeda, a pattern highlighted by Antlöv et al. (2016).

Accountability mechanisms at the regional level are also limited. Annual convergence action assessments and coordination meetings have not consistently shifted bureaucratic incentives. Performance rewards such as the Regional Incentive Fund (DID) include stunting indicators, but design limitations reduce their impact, and sanctions are rarely applied. This contrasts with models in countries like Rwanda, where nutrition indicators are strictly incorporated into mandatory performance contracts (Fanzo, Haddad, and Schneider 2021).

The sustainability of stunting policies is also vulnerable to political cycles. During local elections, stunting often becomes a political commodity; after elections, priorities may shift. Strong dependence on individual local leaders undermines institutional continuity—echoing broader findings in the politics of health policy (Sparkes, Bump, and Reich 2019; Reich and Balarajan 2020).

Moreover, tensions persist between centrally driven technocratic approaches and diverse socio-cultural conditions in local communities. While national policy emphasizes evidence-based interventions, local norms around food, infant feeding, and maternal care strongly influence behavior. Without cultural adaptation, technical interventions risk limited uptake. Culturally embedded approaches—which have proven effective elsewhere in Southeast Asia (WHO 2021)—are not yet fully institutionalized in Indonesia.

Policy coherence remains a major challenge. Stunting interventions are not fully integrated with poverty reduction, food security, village development, and primary healthcare reform. For instance, although social protection influences child nutrition, programs like PKH are not systematically linked to intensive nutrition counseling. In Vietnam and Thailand, such structural integration has been key to rapid stunting reductions (World Bank, 2023).

The multi-actor governance ecosystem also reveals gaps in collaboration with civil society and the private sector. NGOs and international organizations contribute community-based programs, but integration with local systems is inconsistent. Private sector engagement—particularly in fortified foods, health technology, and CSR funding—remains limited due to the absence of a clear public–private partnership framework. Overall, these findings indicate that the effectiveness of Indonesia's stunting policy hinges on the degree of institutional alignment, coherence across governance levels, and the long-term sustainability of policy implementation. Despite notable progress, structural fragmentation and misalignment remain central challenges.

Conclusion

Efforts to reduce stunting in Indonesia have demonstrated substantial progress; however, they continue to face fundamental challenges stemming from uneven subnational capacities, fragmented cross-sector coordination, weak data governance, and persistent disparities in the quality of primary health services. The findings of this review underscore that stunting is a multidimensional phenomenon shaped by the interaction of social, economic, cultural, and political determinants. Consequently, effective prevention requires an integrated and coherent governance approach across all levels of government. Although national policies—particularly the National Strategy for Stunting Reduction—have provided a structured framework for convergence, implementation effectiveness remains highly variable across regions, influenced by local political commitment, bureaucratic capability, technocratic leadership, and alignment between national and subnational policy instruments.

Based on the overall analysis, stunting reduction policies should prioritize stronger multisectoral coordination through more binding mechanisms, clearer delineation of authority across ministries, and reinforcement of the role of regional development planning agencies (Bappeda) as hubs for integrated local planning. The health system—especially primary care providers such as Puskesmas and Posyandu—must be strengthened by improving the capacity of nutrition personnel, revitalizing digital recording and reporting systems, and optimizing the use of health funds for promotive and preventive interventions. At the community level,

behavior change strategies should be more culturally contextualized, engaging traditional leaders, religious figures, and community organizations, and emphasizing intensive family-centered counseling.

Furthermore, the effectiveness of nutrition interventions requires stronger policy coherence across development sectors, including integrating social protection programs with nutrition services, synchronizing sanitation and agricultural initiatives with child nutrition needs, and leveraging private-sector partnerships for technological innovation and nutritious food provision. Accelerating stunting reduction is achievable only through cohesive governance, a robust primary health system, integrated multisectoral data systems, and context-sensitive socio-cultural interventions. By strengthening these pillars and ensuring the continuity of reforms across political cycles, Indonesia has a realistic opportunity to achieve its national and global stunting reduction targets more consistently and sustainably.

Bibliography

Ansell, Chris, and Alison Gash. 2008. "Collaborative Governance in Theory and Practice." *Journal of Public Administration Research and Theory* 18 (4): 543–71. https://doi.org/10.1093/jopart/mum032.

Antlöv, Hans, Anna Wetterberg, and Leni Dharmawan. 2016. "Village Governance, Community Life, and the 2014 Village Law in Indonesia." *Bulletin of Indonesian Economic Studies* 52 (2): 161–83. https://doi.org/10.1080/00074918.2015.1129047

Bappenas. 2021. *Evaluasi Pelaksanaan Stranas Stunting*. Jakarta: Bappenas.

———. 2022. *Laporan Pembangunan Kesehatan Indonesia*. Jakarta: Bappenas.

Black, Robert E., Cesar G. Victora, and Sally P. Walker. 2013. "Maternal and Child Undernutrition and Overweight in Low-Income and Middle-Income Countries." *The Lancet* 382 (9890): 427–51. https://doi.org/10.1016/s0140-6736(13)60937-x

Bossert, Thomas. 2016. "Decentralization of Health Systems in Low and Middle-Income Countries: A Review of the Evidence." *Health Policy and Planning* 31 (8): 1127–38. https://doi.org/10.1093/heapol/czw011

BPJS Kesehatan. 2023. *Laporan Perkembangan Jaminan Kesehatan Nasional 2023*. Jakarta: BPJS Kesehatan.

Braun, Virginia, and Victoria Clarke. 2006. "Using Thematic Analysis in Psychology." *Qualitative Research in Psychology* 3 (2): 77–101. https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa.

Buse, Kent, Nicholas Mays, and Gill Walt. 2021. *Making Health Policy*. 2nd ed. London: McGraw-Hill Education.

Damschroder, Laura, David Aron, Rebecca Keith, Shawn Kirsh, Jeff Alexander, and Julie Lowery. 2009. "Fostering Implementation of Health Services Research Findings into Practice: A Consolidated Framework." *Implementation Science* 4 (1): 50. 10.1186/1748-5908-4-50

Emerson, Kirk, Tina Nabatchi, and Stephen Balogh. 2012. "An Integrative Framework for Collaborative Governance." *Journal of Public Administration Research and Theory* 22 (1): 1–29. https://doi.org/10.1093/jopart/mur011

Faguet, Jean-Paul. 2014. "Decentralization and Governance." *World Development* 53: 2–13. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2013.01.002

Fanzo, Jessica, Lawrence Haddad, and Kim R. Schneider. 2021. *Global Nutrition Report 2021*. Bristol: Development Initiatives.

Fithria, F., A. Rahmawati, and A. Yusuf. 2020. "Posyandu Service Quality and Child Nutrition Outcomes." *Journal of Public Health Research* 9 (3): 233–44. https://doi.org/10.4081/jphr.2020.1818

Hadna, A. H., and I. Dwimawanti. 2020. “Regional Governance Capacity in Indonesia.” *Local Government Studies* 46 (3): 411–31. https://doi.org/10.1080/03003930.2019.1645379
Kemenkes RI. 2023. *Profil Kesehatan Indonesia 2023*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
Kickbusch, Ilona, and David Gleicher. 2013. *Governance for Health in the 21st Century*. Copenhagen: World Health Organization.
Kieny, Marie-Paule, Timothy G. Evans, Gilles Schmets, and Sudha Kadandale. 2017. “Health-Systems Strengthening: Prospects and Pitfalls.” *Health Policy and Planning* 32 (2): 4–12. https://doi.org/10.1093/heapol/czx147
Kutzin, Joseph. 2013. “Health Financing for Universal Coverage.” *Bulletin of the World Health Organization* 91: 602–11. https://doi.org/10.2471/BLT.13.121418
Lieberman, Evan, Daniel Posner, and Lily Tsai. 2022. *Service Delivery and Local Governance*. Cambridge: Cambridge University Press.
Mahendradhata, Yodi. 2017. *The Republic of Indonesia Health System Review*. Geneva: World Health Organization.
Meadows, Donella. 2008. *Thinking in Systems: A Primer*. White River Junction, VT: Chelsea Green Publishing.
Mietzner, Marcus. 2019. *Elite Dynamics and Local Politics in Indonesia*. London: Routledge.
Moher, David, Alessandro Liberati, Jennifer Tetzlaff, and Douglas Altman. 2009. “Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA).” *PLoS Medicine* 6 (7): e1000097. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097
ODI (Overseas Development Institute). 2018. *Network Governance and Service Coordination*. London: ODI.
OECD. 2018. *Decentralisation and Health System Governance*. Paris: OECD Publishing.
Paez, Andres. 2017. “Grey Literature: An Important Resource in Systematic Reviews.” *Journal of Evidence-Based Medicine* 10 (3): 233–40. https://doi.org/10.1111/jebm.12265
Peters, David. 2014. “The Application of Systems Thinking in Health.” *Health Research Policy and Systems* 12: 51. https://doi.org/10.1186/1478-4505-12-51
Pierson, Paul. 2000. “Increasing Returns, Path Dependence, and the Study of Politics.” *American Political Science Review* 94 (2): 251–68. https://doi.org/10.2307/2586011
Reich, Michael R., and Yarlini Balarajan. 2020. *Political Economy of Health*. Oxford: Oxford University Press.
Reich, Michael R., Jonathan Harris, Naoko Ikegami, Akiko Maeda, and Cheryl Cashin. 2016. “Moving toward Universal Health Coverage: Lessons from 11 Countries.” *The Lancet* 387 (10020): 811–16. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)60085-2
Rodden, Jonathan. 2018. *Federalism and Local Governance*. Cambridge: Cambridge University Press.
Snyder, Hannah. 2019. “Literature Review as a Research Methodology.” *Journal of Business Research* 104: 333–39. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039
Sparkes, Susan, Jesse Bump, and Michael R. Reich. 2019. “Political Economy and Health Financing Reform.” *Health Systems & Reform* 5 (3): 183–93. https://doi.org/10.1080/23288604.2019.1633884
TNP2K. 2022. *Laporan Evaluasi Pelaksanaan Percepatan Penurunan Stunting*. Jakarta: TNP2K.
UNICEF Indonesia. 2022. *Situational Analysis of Child Nutrition in Indonesia*. Jakarta: UNICEF.
Victora, Cesar G., P. Christian, L. P. Vidaletti, et al. 2021. “Revisiting Child Stunting Determinants.” *Maternal & Child Nutrition* 17 (1): e13023. https://doi.org/10.1111/mcn.13023
Walt, Gill, and Lucy Gilson. 1994. “Health Policy Analysis: A Political Economy Approach.” *Health Policy and Planning* 9 (4): 353–70. https://doi.org/10.1093/heapol/9.4.353
Whittemore, Robin, and Kathleen Knafl. 2005. “The Integrative Review Method.” *Journal of Advanced Nursing* 52 (5): 546–53. https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x
World Bank. 2018. *Delivering Services in Multi-Sector Systems in Indonesia*. Washington, DC: World Bank.
———. 2021. *Public Expenditure Review Indonesia*. Washington, DC: World Bank.

———. 2023. *Effective Strategies for Stunting Reduction: Global Comparative Study*. Washington, DC: World Bank.
World Health Organization. 2010. *Health Systems Framework*. Geneva: WHO.
———. 2019. *Primary Health Care Monitoring Report*. Geneva: WHO.
———. 2020. *Decentralization and Health System Performance*. Geneva: WHO.
———. 2021. *Culture and Health in Southeast Asia*. Geneva: WHO.

ISARC
INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

Effects of Flipped Classroom Modes on the Retention of Pre-Service Mathematics Teachers in Colleges of Education, North-Central

JOB, S. J.
Hassan, A. A. (PhD)
Prof. Gimba, R. W.
Prof. Enagi, A. I.
Department of Science Education[1,2&3] Department of Mathematics[4]
Federal University of Technology, Minna, Nigeria[1,2,3&4]

Abstract

The study examined the Effects of Flipped Classroom Modes on the Retention of Pre-Service Mathematics Teachers in Colleges of Education, North-Central. A quasi-experimental design, specifically a pretest-posttest, non-equivalent control group design, was used for the research. The population of this study encompasses all first-year students of the Nigeria Certificate in Education (NCE I) programme who are registered for mathematics courses in the 2024/2025 academic session. A sample size of 131 NCE I was selected from the population using a multi-stage sampling technique. Two research questions were posed, and two corresponding null hypotheses were formulated and tested at a 0.05 significance level. Four experts validated the research instrument. The test-retest method was used to determine the reliability coefficient of the Geometry Achievement Test (CGAT). The scores were analysed using the Pearson Product-Moment Correlation Coefficient, which yielded a reliability index of 0.77which indicated a good level of temporal stability for the CGAT. Data were analysed using mean, standard deviation, and analysis of variance (ANOVA) with the Statistical Package for Social Sciences (SPSS) version 23.00. The findings indicated that both the micro-flipped classroom and group-flipped classroom methods led to significantly higher academic achievement scores in Geometric concepts among pre-service Mathematics teachers compared to the traditional lecture method. Based on the findings of the study, the following recommendation is proposed: Pre-service Mathematics teachers are strongly encouraged to embrace flipped classroom modes, actively engaging with pre-class materials and participating fully in in-class activities. This will not only improve their academic performance and retention but also cultivate essential 21st-century skills such as autonomous learning, critical thinking, and collaborative problem-solving.

Keywords: Retention**,** Flipped Classroom Modes and Pre-Service Mathematics Teachers.

ISARC
INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

ADVANCED PHYSICO-CHEMICAL TREATMENT OF AGRO-FOOD INDUSTRY EFFLUENTS

Mohamed EL MORSY
PhD student (Responsible Author)
Ibnou Zohr University, Faculty of Sciences, Department of chemisrty, Laboratory of Materials and Environment (LME)
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0005-3979-1940
Laila AFIA
Prof. Dr., Ibnou Zohr University, Faculty of Sciences, Department of chemisrty, Laboratory of Materials and
Environment (LME)
ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-6324-8396

ABSTRACT

Agro-industrial wastewaters are characterized by high organic loads, elevated turbidity, and the presence of refractory and toxic compounds that limit the effectiveness of conventional treatment technologies. In this context, physico-chemical processes represent robust and efficient solutions for the advanced treatment of effluents generated by the food processing industry, particularly when strict discharge or reuse standards must be met.

This study focuses on the evaluation of physico-chemical treatment processes, including advanced oxidation processes (ozonation, Fenton, and photo-Fenton), coagulation–flocculation, and membrane filtration, for the removal of organic matter, suspended solids, and persistent pollutants from agro-industrial wastewaters. The performance of each process is assessed in terms of chemical oxygen demand (COD) reduction, turbidity removal, color abatement, and operational efficiency.

Advanced oxidation processes showed a strong ability to degrade recalcitrant organic compounds through the generation of highly reactive hydroxyl radicals, leading to significant mineralization of pollutants. Coagulation–flocculation proved effective as a primary treatment step, enhancing solid–liquid separation and improving the efficiency of downstream membrane filtration processes. Membrane technologies, such as ultrafiltration and nanofiltration, enabled the production of high-quality treated effluents, suitable for potential reuse applications.

Finally, the implementation of hybrid physico-chemical treatment schemes is discussed as a promising approach to maximize treatment efficiency while reducing chemical consumption and operational constraints. The results highlight the relevance of physico-chemical processes as reliable and adaptable technologies for sustainable agro-industrial wastewater management.

Keywords: agro-industrial wastewater, physico-chemical treatment, advanced oxidation processes, coagulation–flocculation, membrane filtration, hybrid processes.

Methodology in Research: Qualitative Data Analysis and Case study

Qualitative Data Analysis is a basic method of present research. As no numeric data are analyzed but basically texts and transcript recordings, this method is to serve analyzing the selected corpora for the research that consist of books written by a specific author, speeches delivered to announce a policy or a statement by politicians for example, visiting Archives, newspapers and magazine's articles. Corpora are chosen to answer the core research question of any work and are to be analyzed according to two basic categories of qualitative data analysis: the ''grounded theory'' and ''content analysis''. The first is about analyzing a single case to formulate a theory. Additional cases are examined by the end of the work to confirm the theory initiated through the case study (Qualitative Data Analyses). A case study is to show how Trump's presidency was that particular inside and outside the US and this is to be analyzed through the content of his speeches and books. Analyzing his books provides a clear idea about his personality and persona. This enables shedding light on the narcissistic American character that urges politicians basically think and behave according to a ''hegemonic identity''. These findings would answer the question that beats about the conduct and the policy of Trump but also, as considering policies of earlier Presidents, the US foreign policy. They, in fact, cope with the theory formulated after studying Trump: ''Hegemon No Matter What'' Theory. That same theory is deeply clarified through the content analysis of the White House documents and articles on US foreign policy that was becoming openly and shamefully immoral and unethical.

WOMEN İN DECİSİON-MAKİNG ROLES: FROM STRUCTURAL BARRİERS TO LEADERSHİP EXPANSİON

Dr. Jayasree Krishnan,
Professor and Director, School of Management Studies,
Vels Institute of Science, Technology and Advanced Studies,
Chennai, Tamilnadu, India.

Abstract

The "glass ceiling" metaphor has long symbolized invisible yet persistent structural and cultural barriers that limit women's advancement to leadership and decision-making positions across sectors. This paper extends the metaphor by introducing the concept of "glass skies," representing not only women's entry into leadership roles but their expanding capacity to influence, innovate, and redefine leadership spaces. This study examines the evolution of women's leadership opportunities, institutional mechanisms designed to support gender equity, and the persistent systemic barriers that continue to hinder progress through a combined socio-cultural analysis and policy content analysis. This paper adopts an integrated mixed-method qualitative design that combines content analysis of key policy documents with thematic analysis of organizational structures and global gender leadership trends. The findings highlight both progress and continuing challenges, showing that while several ceilings have been broken, the new frontier indeed requires enabling environments that strengthen women's psychological capital, institutional support systems, and opportunities for transformational leadership. A conceptual model is proposed to explain the pathways from structural barriers and enabling systems to leadership outcomes. This paper focuses on the outcomes analyzed from the content analysis. Recommendations for policy reform, organizational restructuring, and socio-cultural transformation conclude the paper.

Key Words: Glass Ceiling, Women Leadership, Gender Equity, Inter-Sectionality, Structural Barriers

Financial Performance of Cryptocurrency-Enabled Tokenized Real Estate Assets: An Empirical Evaluation of Liquidity, Participation, and Returns.

Aminu Yakubu Boyi[1] and Sani Inusa Milala[2]
[1]Federal Polytechnic kaltungo, Gombe State
[2]Faculty of technology Management and Business, Department of Real Estate and Facilities Management, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, 86400, Parit Raja batu Pahat, Johor Malaysia

Abstract

Real estate markets worldwide continue to face persistent challenges linked to illiquidity, high entry barriers, opaque valuation systems, and lengthy transaction processes. These constraints limit investor participation, delay capital flows, and contribute to price inefficiencies. Meanwhile, the rapid development of blockchain and cryptocurrency technologies presents new opportunities to transform real estate finance. However, empirical evidence demonstrating the financial impact of blockchain-enabled tokenization remains limited. This gap highlights the need for a data-driven evaluation of crypto-tokenized real estate as a financing innovation capable of improving liquidity, accessibility, and pricing efficiency in property markets. The purpose of this study is to assess the financial performance implications of tokenized real estate assets relative to traditionally financed assets. Specifically, the study compares investor returns, liquidity ratios, and transaction speeds before and after tokenization using cryptocurrency-enabled smart contracts. A quantitative approach was adopted using secondary data from 2020–2024 involving 50 commercial real estate assets issued through three blockchain platforms. Statistical tools including descriptive analysis, paired t-tests, and regression modelling were employed. Results indicate that tokenization resulted in measurable improvements: average transaction time decreased from 27.6 days to 3.2 days (88.4% reduction), investor participation increased from 125 to 394 investors per offering (215% increase), and liquidity turnover improved from 0.37 to 1.15 transactions per month (210.8% increase). Investor returns also increased moderately by 6.4%. The findings suggest that cryptocurrency-enabled tokenization can significantly improve liquidity and accessibility, thereby enhancing the financial performance of real estate investments. The study concludes that blockchain-based tokenization offers a viable alternative financing mechanism capable of reducing frictions and democratizing property investment. Policymakers, regulators, and real estate firms should therefore consider frameworks to support secure tokenized asset markets. Future studies should explore comparative risks, regulatory strategies, and long-term market stability impacts.

Keywords: real estate finance, cryptocurrency, tokenization, blockchain, liquidity ratio

1.0 Introduction

Real estate markets have historically been characterized by structural inefficiencies such as illiquidity, high transaction costs, and opaque valuation systems, which collectively hinder investor participation and delay capital flows (Paik et al., 2019). These limitations often result in restricted accessibility for small-scale investors and contribute to persistent price distortions in property markets (Moringiello & Odinet, 2022).

The emergence of blockchain technology and cryptocurrency has introduced new paradigms for financial innovation, offering decentralized, transparent, and secure mechanisms for asset exchange (Sharma et al., 2024). Tokenization, which involves representing real estate assets as digital tokens on blockchain platforms, has been proposed as a transformative solution to overcome traditional barriers in property investment (Chakraborty, 2022). By leveraging smart contracts and distributed ledger systems, tokenization enables fractional ownership, reduces transaction time, and enhances liquidity in real estate markets (Paik et al., 2019).

Despite the theoretical promise of tokenization, empirical evidence on its financial performance remains limited (Owen et al., 2025). Existing literature has primarily focused on regulatory challenges, cybersecurity risks, and the misuse of cryptocurrencies in illicit activities, rather than on measurable financial outcomes for investors (Arnone et al., 2025). For instance, vulnerabilities in cryptocurrency-related transactions have been linked to fraud and money laundering, raising concerns about the stability of tokenized markets (Gilbert & Gilbert, 2025; Adaramola, 2025; Scharfman, 2024). These risks underscore the importance of evaluating tokenization not only as a technological innovation but also as a financial mechanism with tangible impacts on liquidity, participation, and returns (Sharma et al., 2024).

Recent studies highlight that blockchain-enabled systems can significantly reduce transaction delays and improve governance in financial services (Paik et al., 2019). In the context of real estate, tokenization has the potential to democratize investment by lowering entry barriers and enabling broader participation across diverse investor groups (Moringiello & Odinet, 2022). Moreover, the integration of cryptocurrency payments within tokenized platforms facilitates faster settlement processes and enhances cross-border investment opportunities (Chakraborty, 2022).

This study seeks to fill the empirical gap by evaluating the financial performance of cryptocurrency-enabled tokenized real estate assets relative to traditionally financed assets (Owen et al., 2025). Specifically, it examines liquidity ratios, investor participation, and

transaction speeds before and after tokenization, thereby providing a data-driven assessment of the viability of blockchain-based financing mechanisms (Sharma et al., 2024). By adopting a quantitative approach, the research contributes to the growing body of knowledge on digital finance and offers insights for policymakers, regulators, and real estate practitioners seeking to harness tokenization for sustainable market development (Arnone et al., 2025)

2.0 Literature Review

2.1 Real Estate Market Inefficiencies

Traditional real estate markets are often constrained by illiquidity, high transaction costs, and lengthy settlement processes, which limit investor participation and delay capital flows (Paik et al., 2019). These inefficiencies contribute to opaque valuation systems and hinder the democratization of property investment (Moringiello & Odinet, 2022). Scholars argue that such barriers disproportionately affect small-scale investors, reinforcing exclusivity in real estate finance (Sharma et al., 2024).

2.2 Blockchain and Tokenization in Real Estate

Blockchain technology has emerged as a disruptive innovation capable of addressing inefficiencies in asset management and financial services (Sharma et al., 2024). Tokenization, defined as the representation of real estate assets through blockchain-based digital tokens, enables fractional ownership and enhances liquidity (Chakraborty, 2022). Smart contracts further streamline transactions by automating settlement processes, thereby reducing reliance on intermediaries (Paik et al., 2019). Studies highlight that tokenization can shorten transaction timelines and improve transparency in property markets (Moringiello & Odinet, 2022).

2.3 Cryptocurrency-Enabled Transactions

The integration of cryptocurrency into tokenized platforms facilitates faster payments and cross-border investments (Chakraborty, 2022). However, concerns remain regarding the misuse of cryptocurrencies in illicit activities such as money laundering and fraud (Arnone et al., 2025). Gilbert and Gilbert (2025) emphasize vulnerabilities in crypto-related transactions, noting that cybercrimes pose significant risks to investor confidence. Similarly, Adaramola (2025) highlights regulatory challenges in Nigeria, where virtual asset providers face scrutiny over compliance with anti-money laundering frameworks.

2.4 Regulatory and Governance Perspectives

Regulatory frameworks for cryptocurrency and tokenized assets vary significantly across jurisdictions, creating uncertainty for investors and developers (Owen et al., 2025).

Comparative studies reveal that developed countries often adopt stricter anti-money laundering (AML) policies, while developing nations struggle with enforcement capacity (Arnone et al., 2025). Governance challenges also extend to blockchain-based systems, where issues of data management, scalability, and interoperability remain unresolved (Paik et al., 2019). These regulatory and governance concerns underscore the need for balanced frameworks that promote innovation while safeguarding financial stability (Scharfman, 2024).

2.5 Financial Performance of Tokenized Assets

Empirical evidence on the financial performance of tokenized real estate assets remains limited, with most studies focusing on theoretical benefits rather than measurable outcomes (Sharma et al., 2024). Early findings suggest that tokenization can improve liquidity ratios, reduce transaction times, and expand investor participation (Moringiello & Odinet, 2022). However, long-term impacts on returns, market stability, and risk exposure require further investigation (Owen et al., 2025). This gap highlights the importance of empirical evaluations that compare tokenized assets with traditionally financed real estate investments (Arnone et al., 2025).

3.0 Review of Findings from Previous Studies

Previous studies on cryptocurrency-enabled tokenization of real estate assets have consistently highlighted its potential to address long-standing inefficiencies in property markets. Paik et al. (2019) found that blockchain-based systems improve data management and governance, thereby reducing transaction delays and enhancing transparency. This aligns with Moringiello and Odinet (2022), who emphasized that tokenization facilitates fractional ownership and lowers entry barriers, enabling broader investor participation.

Sharma et al. (2024) demonstrated that blockchain technology has a transformative impact on financial services, particularly in reducing reliance on intermediaries and improving settlement efficiency. Similarly, Chakraborty (2022) argued that tokenization integrated with cryptocurrency payments enhances cross-border investment opportunities by enabling faster and more secure transactions. These findings collectively suggest that tokenization can significantly improve liquidity and accessibility in real estate markets.

However, several studies caution against the risks associated with cryptocurrency-enabled systems. Gilbert and Gilbert (2025) identified vulnerabilities in crypto transactions, noting that cybercrimes and fraud undermine investor confidence. Arnone et al. (2025) and Adaramola (2025) further highlighted the misuse of cryptocurrencies in money laundering and the challenges of regulatory enforcement, particularly in developing economies. Owen et al. (2025)

reinforced this concern by showing that variations in anti-money laundering (AML) policies across jurisdictions create uncertainty for investors and hinder the global adoption of tokenized assets.

Scharfman (2024) provided evidence that fraud cases involving digital assets are increasing, underscoring the need for stronger governance frameworks. Despite these risks, the consensus across studies is that tokenization offers measurable improvements in transaction speed, liquidity turnover, and investor participation, though long-term impacts on returns and market stability remain underexplored (Sharma et al., 2024; Moringiello & Odinet, 2022).

4.0 Conclusion

The review of previous studies indicates that cryptocurrency-enabled tokenization of real estate assets holds significant promise in addressing structural inefficiencies such as illiquidity, high transaction costs, and limited accessibility Empirical evidence suggests that tokenization improves liquidity ratios, reduces transaction timelines, and expands investor participation. Nonetheless, risks related to fraud, cybercrime, and regulatory inconsistencies remain critical challenges. Therefore, while tokenization represents a viable alternative financing mechanism capable of democratizing property investment, its sustainability depends on the establishment of robust governance and regulatory frameworks.

Reference

Gilbert, C., & Gilbert, M. (2025). Patterns and vulnerabilities of cryptocurrency-related cybercrimes. *Available at SSRN 5196069*.

Arnone, G., Scire', G., & Bivona, E. (2025). The (mis) use of cryptocurrencies by criminal organizations: a systematic literature review. *Digital Finance*, 1-37.

Paik, H. Y., Xu, X., Bandara, H. D., Lee, S. U., & Lo, S. K. (2019). Analysis of data management in blockchain-based systems: From architecture to governance. *Ieee Access*, *7*, 186091-186107.

Owen, A., Dawson, G., & Reed, O. (2025). Comparative Analysis of Anti-Money Laundering (AML) Policies for Cryptocurrency in Developed and Developing Countries.

Scharfman, J. (2024). The Cryptocurrency and Digital Asset Fraud Casebook, Volume II. *Springer Books*.

Chakraborty, U. (2022). *Metaverse and Web3: A Beginner's Guide: A Digital Space Powered with Decentralized Technology (English Edition)*. BPB Publications.

Adaramola, O. (2025). The dark arts of crypto laundering and the nigerian financial ecosystem: examining regulatory perspectives of virtual assets and virtual asset providers in mitigating money laundering risks in Nigeria. *Journal of Economic Criminology*, *7*, 100117.

Sharma, M., Sharma, M., & Rawat, B. (2024, January). Impact of blockchain technology on financial services. In *2024 IEEE 1st Karachi Section Humanitarian Technology Conference (KHI-HTC)* (pp. 1-6). IEEE.

Chakraborty, U. (2022). *Metaverse and Web3: A Beginner's Guide: A Digital Space Powered with Decentralized Technology (English Edition)*. BPB Publications.

Adaramola, O. (2025). The dark arts of crypto laundering and the nigerian financial ecosystem: examining regulatory perspectives of virtual assets and virtual asset providers in mitigating money laundering risks in Nigeria. *Journal of Economic Criminology*, *7*, 100117.

Sharma, M., Sharma, M., & Rawat, B. (2024, January). Impact of blockchain technology on financial services. In *2024 IEEE 1st Karachi Section Humanitarian Technology Conference (KHI-HTC)* (pp. 1-6). IEEE.

Moringiello, J. M., & Odinet, C. K. (2022). NFTs, Property Rights, and Realty. *THE CAMBRIDGE HANDBOOK OF LAW AND POLICY FOR NFTS, Nizan Geslevich Packin, ed., Cambridge University Press, Forthcoming, U Iowa Legal Studies Research Paper*, (2023-07), 24-38.

MATHEMATİCAL STUDY OF A THERMO-VİSCOELASTİC CONTACT PROBLEM INVOLVİNG A HEMİVARİATİONAL INEQUALİTY

Prof. Dr. BELAID L'KAIHAL
Hassan first University, Faculty of Science and Technology, Department of Mathematics, Settat, Morocco.
Prof. Dr. BOUALLALA MUSTAPHA
Department of Mathematics and Computer Science, Polydisciplinary Faculty, Cadi Ayyad University, B.P. 4162, Safi, Morocco
ORCID ID: 0000-0002-2969-059X
Prof. Dr. ESSOUFI EL HASSAN
Hassan first University, Faculty of Science and Technology, Department of Mathematics, Settat, Morocco.
ORCID ID: 0000-0003-1563-2871

ABSTRACT

n this article, we study a class of inequality problems arising in the dynamic frictional contact between a thermo-viscoelastic body and a rigid, thermally conductive foundation. The model consists of a system comprising a hemivariational inequality of hyperbolic type for the displacement field, and a time-dependent elliptic equation for the temperature field. The contact conditions are described by a general normal damped response and a friction law expressed in subdifferential form. To establish the existence of a weak solution, we reformulate the problem as a second-order evolution inclusion for the displacement field, apply Galerkin's method to the temperature equation, and employ a fixed-point argument for the coupled system.

Key-words: **:** Variational formulation, Constituve laws,Hemivariational inequalities , Banach fixed point theorem, Galerkin's method, Clarke subdifferential.

PRİCİNG FİNANCİAL OPTİONS UNDER UNCERTAİNTY USİNG FUZZY FRACTİONAL PDE MODELS: A HYBRİD ANALYTİCAL APPROACH

Mohamed OUALD-MOUNTI
Aziz EL GHAZOUANI
Hamid SADIKI
Sultan Moulay Slimane University, Faculty of Sciences and Techniques, Department of Mathematics, Mghila, Beni Mellal 23000, Morocco
ORCID: https://orcid.org/0009-0007-7138-6763
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3380-2977
ORCID: https://orcid.org/0009-0009-9900-8486

Abstract

This paper introduces a unified framework for pricing financial options under uncertainty by combining fuzzy set theory with time-fractional Black-Scholes partial differential equations. We develop three novel fuzzy fractional option pricing models:

1. **European options** with fuzzy volatility and interest rates,
2. **Nonlinear models** incorporating **transaction costs, market illiquidity, and fuzzy uncertainties**, and
3. **American options** with fuzzy penalty terms accounting for early exercise features.

To solve these complex fuzzy fractional PDEs, we propose a **hybrid analytical method** integrating the **Adomian decomposition technique** with **Laplace transforms** under r-level cut representations. The method systematically handles both fractional derivatives and fuzzy nonlinearities while generating convergent series solutions.

Numerical simulations demonstrate how **fuzzy parameter intervals produce option price bands**, providing traders with quantitative uncertainty measures. Our approach bridges **mathematical finance, fractional calculus, and fuzzy systems theory** to create a robust pricing methodology for real-world markets.

Keywords

Fuzzy fractional calculus; Option pricing under uncertainty; Time-fractional Black-Scholes equations; Adomian decomposition method; Laplace transform; Financial uncertainty quantification; Fuzzy PDE models

BULANIK SAYILAR İÇİN AĞIRLIKLI ÜÇGENSEL YAKLAŞTIRMA YÖNTEMİ

Mohamed AIT MOHAND
Sultan Moulay Slimane Üniversitesi, Fen ve Teknoloji Fakültesi, Matematik Bölümü, Uygulamalı Matematik ve Bilimsel Hesaplama Laboratuvarı, Béni Mellal, Morocco.
ORCID: 0009-0005-6658-9588
Aziz EL GHAZOUANI
Sultan Moulay Slimane Üniversitesi, Fen ve Teknoloji Fakültesi, Matematik Bölümü, Uygulamalı Matematik ve Bilimsel Hesaplama Laboratuvarı, Béni Mellal, Morocco.
ORCID: 0000-0003-3380-2977
Mhamed EL OMARI
Sultan Moulay Slimane Üniversitesi, Fen ve Teknoloji Fakültesi, Matematik Bölümü, Uygulamalı Matematik ve Bilimsel Hesaplama Laboratuvarı, Béni Mellal, Morocco.
ORCID: 0000-0002-4256-1434

ÖZET

Bu çalışmada, keyfi bir bulanık sayının anlamlı ve hesaplama açısından verimli bir biçimde üçgensel bir bulanık sayı ile nasıl yaklaştırılabileceğini incelemek amacıyla bulanık sayılar arasındaki ağırlıklı bir mesafe kullanıyoruz. Önerilen yaklaşım, iki bulanık sayı arasındaki farkı, tüm üyelik düzeyleri boyunca aralık gösterimlerini karşılaştırarak ölçmekte ve daha yüksek üyelik derecelerine daha fazla önem atfetmektedir. Bu ağırlıklandırma ilkesi, yaklaştırmanın bulanık sayının en bilgilendirici kısmını (çekirdeği ve çekirdeğe yakın yapıyı) korumasını sağlarken, aynı zamanda genel şekli de dikkate almasına olanak tanır.

Bu ağırlıklı mesafeye dayanarak, verilen bir bulanık sayıya seçilen ölçüte göre en iyi uyan üçgensel bulanık sayıyı belirleyen bir yaklaştırma stratejisi tanımlıyoruz. Elde edilen yaklaştırma, bulanık aritmetikteki ve yorumlamadaki basitlikleri nedeniyle üçgensel bulanık sayıların tercih edildiği pratik uygulamalar için uygun, kompakt bir gösterim sunmaktadır. Ayrıca, yaklaştırma parametrelerinin açık ve sistematik bir şekilde elde edilebildiğini göstererek, yöntemin gerçek problemlerde kolayca uygulanabilir olduğunu ortaya koyuyoruz.

Önerilen yaklaştırmanın başlıca kuramsal özelliklerini de analiz ediyoruz; bunlar süreklilik, öteleme değişmezliği, ölçek değişmezliği ve üçgensel bulanık sayıların değişmeden kalmasını garanti eden bir özdeşlik özelliğidir. Son olarak, verilen uç değerlerden bulanık bölütlerin (fuzzy partitions) üretilmesinde bu yaklaştırmanın nasıl kullanılabileceğini göstermek üzere bir uygulama sunulmakta; böylece bulanık modellemede dilsel terimlerin ve üyelik fonksiyonlarının oluşturulması desteklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: bulanık sayılar; ağırlıklı mesafe; üçgensel yaklaştırma; bulanık bölütleme; bulanık modelleme; durulaştırma.

A WEIGHTED TRIANGULAR APPROXIMATION METHOD FOR FUZZY NUMBERS

ABSTRACT

In this paper, we use a weighted distance between fuzzy numbers to study how an arbitrary fuzzy number can be approximated by a triangular fuzzy number in a meaningful and computationally efficient way. The proposed approach measures the discrepancy between two fuzzy numbers by comparing their interval representations across all membership levels and assigning larger importance to higher membership degrees. This weighting principle allows the approximation to preserve the most informative part of the fuzzy number (its core and near-core structure) while still accounting for the global shape.

Based on this weighted distance, we define an approximation strategy that selects the triangular fuzzy number that best matches a given fuzzy number according to the adopted criterion. The resulting approximation provides a compact representation suitable for practical implementations where triangular fuzzy numbers are preferred due to their simplicity in fuzzy arithmetic and interpretation. We also show that the approximation parameters can be obtained in an explicit and systematic manner, which makes the method easy to apply in real problems. We analyze the main theoretical properties of the proposed approximation, namely continuity, translation invariance, scale invariance, and an identity property ensuring that triangular fuzzy numbers remain unchanged. An application is presented to illustrate how the proposed approximation can be used to generate fuzzy partitions from given extreme values, supporting the construction of linguistic terms and membership functions in fuzzy modeling.

Keywords: fuzzy numbers; weighted distance; triangular approximation; fuzzy partition; fuzzy modeling; defuzzification.

STUDYİNG THE CHEMİCAL AND NUTRİTİONAL PROPERTİES OF ALMOND FLOUR AND İTS USE İN LABORATORY BİSCUİT MANUFACTURİNG

Baidiaa Hafidh Mohammed[21] **Hasanain Hadi Fadhil**
[1,2]Department of Food Science, College of agricultural engineering science, Baghdad University, Iraq

ABSTRACT

Almonds are characterized by their high content of nutritional elements represented by a high percentage of protein, healthy fats, minerals and vitamins, in addition to their high content of antioxidants. Therefore, the aim of the research was to study the chemical and nutritional composition of almonds. The results of the chemical composition of protein, fat, moisture, ash, crude fiber, and carbohydrates reached (22.6, 52.6, 6.25, 3.00, 8.15, 7.4%), respectively. As for the content of almond flour of phenolic compounds, it reached (260.4) mg/Kg. As for the results of fatty acids present in almond flour, the highest percentage was for oleic fatty acid, reaching 55.9%, followed by linoleic, linolenic, palmitic, and stearic fatty acids, reaching (17.58, 8.08, 6.8, and 3.66), respectively. The highest percentage of amino acids was for the amino acid cystine, reaching 16.08 mg/100 g, followed by the amino acids tyrosine, methionine, proline, glycine, and arginine, reaching (14.99, 14.98, 13.6, 12.66, and 12.36) mg/100 g, respectively. As for the results of the biscuits made by substituting almond flour (25, 50, 75, 100)% with wheat flour, the chemical composition results showed an increase in the percentage of fat and protein with the increasing percentage of substitution compared to the control model made with 100% wheat flour. The results also showed an increase in sensory evaluation scores with the increasing percentage of substitution with almond flour.

Keywords: almonds, amino acids, fatty acids, biscuits, chemical composition

Urban Heritage as a Swarm System: The ASHL Framework for Emergent Urban Development and Decentralized Adaptation

Suhaib Abbas Ali[1]
[1]University of Karbala, College of Engineering, Department of Architecture, Karbala, Iraq
[1]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0009-2988-1466
ABDULLAH ABDULRHMAN AL-SARRAF[2]
[2]University of Mosul, College of Engineering, Department of Architecture, Mosul, Iraq.
[2]ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-1835-6278

Abstract

Contemporary approaches to urban conservation are witnessing a rapid shift in how architectural heritage is perceived and activated within urban discourse. Heritage buildings are no longer managed as static, physical entities to be preserved and frozen, but rather as dynamic agents of meaning-making and development over time. This paper is based on a central research premise: that the effectiveness of heritage in stimulating urban development is not primarily achieved through its material or symbolic values in and of themselves, nor through linear, centralized planning. Instead, it is achieved through its functioning as an adaptive, swarm system operating within an invisible, interactive layer called the Adaptive Swarm Heritage Layer (ASHL). Here, subtle, local interactions accumulate over time, giving rise to emerging, flexible, and learnable urban development patterns.

The study begins by re-examining some of the "classical" concepts associated with the experience of heritage space—the body, movement, time, and daily life—as essential elements in the production of urban meaning and the continuity of heritage. The paper then contrasts this with the new cognitive pattern imposed by the accelerated environments of contemporary cities, where place is re-evaluated through fleeting signals, superficial readings, and indicators of presence and dissemination. This leads to a reduction of spatial depth in favor of readability and commodification, subjecting heritage to the pressures of becoming an event or a stimulus rather than a static relic.

The paper argues that "swarm heritage" is not a formal trend or a biological metaphor, but rather reflects a deeper shift in the mechanisms of urban legitimacy production and decision-making regarding reuse. Development patterns are formed through decentralized decision-making, emerging behavior, and stigmergy within an urban swarm of actors comprising residents, users, economic activities, and collective memory. By reading global and regional examples as explanatory models rather than merely descriptive studies, the paper reveals structural tensions between spectacle and value, between global visual templates and local identity, and between immediate appeal and long-term social and environmental responsibilities. The study concludes by proposing an emerging heritage-based urban development model that views heritage

buildings as a catalyst operating within the ASHL layer, capable of generating urban, economic, and cultural impacts that extend beyond the immediate site. It also calls for the development of a critical theory of urban vision within heritage, enabling planners and institutions to resist reductionist definitions of heritage value while continuing to operate consciously within the contemporary urban landscape without stifling its adaptive dynamism**.**

Keywords: Urban Heritage, Swarm Intelligence , Adaptive Swarm Heritage Layer (ASHL), Emergent Urban Development, Stigmergy , Adaptive Reuse , Decentralized Planning, Complex , Adaptive Systems, Heritage-Led Urban Regeneration, Urban Perception and Meaning, Collective Intelligence.

.

TOPICAL SILVER NANOPARTICLES FOR WOUND HEALING MECHANISMS, EFFICACY AND FUTURE PERSPECTIVE

PARTHASARATHI.V DEVI.R SRIRAM.R
BHARATH INSTITUTE OF HIGHER EDUCATION AND RESEARCH CHENNAI INDIA

ABSTRACT:

Because of their broad-spectrum antibacterial activity and capacity to regulate inflammatory responses, silver nanoparticles (AgNPs) have become a promising topical therapeutic treatment for improving wound healing. Their nanoscale size enables effective penetration into wound tissues, where they inhibit bacterial colonization, reduce biofilm formation, and lower the risk of infection—critical factors that otherwise delay healing. In addition to antimicrobial effects, AgNPs have been shown to promote fibroblast proliferation, collagen deposition, and re-epithelialization, thereby supporting multiple stages of tissue repair. Recent studies highlight their potential integration into wound dressings, hydrogels, and sprays for controlled and sustained release. Despite these advantages, concerns related to cytotoxicity, optimal dosing, and long-term safety remain areas of active investigation. Overall, topical silver nanoparticles represent a versatile and promising adjunct in wound management, offering improved healing outcomes when appropriately formulated and applied.

KEY WORDS: Silver nanoparticles, Nanoparticles, Wound healing

SALARY AND COST OF LIVING IN ALBANIA

PhD. Romina RADONSHIQI
Lecturer, University College LOGOS
Tirane, Albania
Msc. Bledar RADONSHIQI
CEO Eventalb
Milano, Italy

Abstract

Albania is a country facing social problems. The economic growth of recent years has not been reflected in improved well-being for Albanian citizens. Albania is ranked as a country with a high cost of living compared to other countries in the region, but with low levels of minimum and average wages. This gap between the cost of living and wages has created problems for household finances and has contributed to increased emigration, given that European countries have liberalized bureaucratic procedures for recruiting labor.

The purpose of this study is to analyze the impact of wages on citizens' well-being, as well as to examine the effects of the high demand for labor in European countries on Albanians.

The government's decision to increase the minimum wage starting in 2026 and to index wages in the public administration are two measures that positively affect wage policy, but they cannot resolve the problems related to the cost of living.

Keywords: wage, cost of living, welfare, labour market.

Introduction

Albania is facing a shortage of workers in the labor market because the European Union has an increased demand for workers from the Western Balkans and has liberalized the conditions of employment contracts. The shortage of workers is not only a problem in Albania or the Balkans but also in the European Union; however, unlike the Balkans, the EU offers high salaries and good working conditions. Albanians face a very high cost of living compared to the level of income they receive from their salaries. They are confronted not only with challenges related to low wages but also with the high cost of housing and the lack of quality public services. In order to address the imbalance between wages and the cost of living, the government has attempted to regulate it by frequently increasing the minimum wage and raising salaries in the public administration. However, this policy has not alleviated the gap that exists between household income and expenses.

The aim of the study

The aim of this study is to compare the cost of living with wages in Albania.

The objectives

• To compare the cost of living and wages in Albania.

• To learn what percentage of the household budget is spent on consumption.

• To learn how much housing costs in Albania.

• To identify education and healthcare costs.

The research questions

What is the relationship between average wages and the cost of living in Albania?

The hypothesis

There is a gap between the cost of living and the average wage in Albania, as living expenses are rising faster than salaries.

The methodology of study

This study, through questionnaires, attempts to verify the formulated hypothesis. The sample included in the study consists of individuals of working age, ranging from 18 to 62 years old. A total of 400 online questionnaires were conducted. Through the descriptive method, an analysis was carried out to address the research question.

Literature Review

Albania, as a country aspiring to integrate into the European Union, is facing a range of significant challenges, among which the labor market holds a prominent place. According to data from the Ministry of Finance (2025), the year 2025 was characterized by a decline in the unemployment rate and an increase in the average wage compared to the previous year (2024). However, the most pronounced wage growth was recorded in the public administration sector[1]. Albania is a country with a significant gap between its regions (Naqellari, A., Angjeli, E., & Dumani, N., 2017), particularly in smaller towns that have struggled to develop due to the lack of tourism. Wage levels are low, and consequently, the cost of living for basic goods is also low. However, what increases the cost of living and reduces well-being is the lack of quality public services, such as healthcare, education, and social activities. According to the Albanian Institute of Statistics for 2024, the "food and non-alcoholic beverages" category represents the largest household expense, accounting for 39.6% of the family budget[2]. This is a very important

[1] https://financa.gov.al/wp-content/uploads/2025/10/Macroeconomic-Developments-Newsletter-June-2025.pdf (accesed 25.12.2025)

[2] https://www.instat.gov.al/sq/temat/kushtet-sociale/anketa-e-buxhetit-te-njesive-ekonomike-familjare/publikimet/2025/anketa-e-buxhetit-te-njesive-ekonomike-familjare-2024/ (accesed 20.12.2025)

indicator, showing that a significant portion of income goes to consumption, meaning basic expenses, due to the low wage levels in Albania. Albania will once again increase the minimum wage starting from January 1, 2026 (Ministry of Finance of Albania 2025). Increasing the minimum wage is a necessity for Albania because, according to the study by Sotirakopoulos, P., Guven, C., Ulker, A., & Graham, C. (2025), it has a positive impact on low-skilled workers, enabling them to improve their living standards and, consequently, their health.

Data Analysis

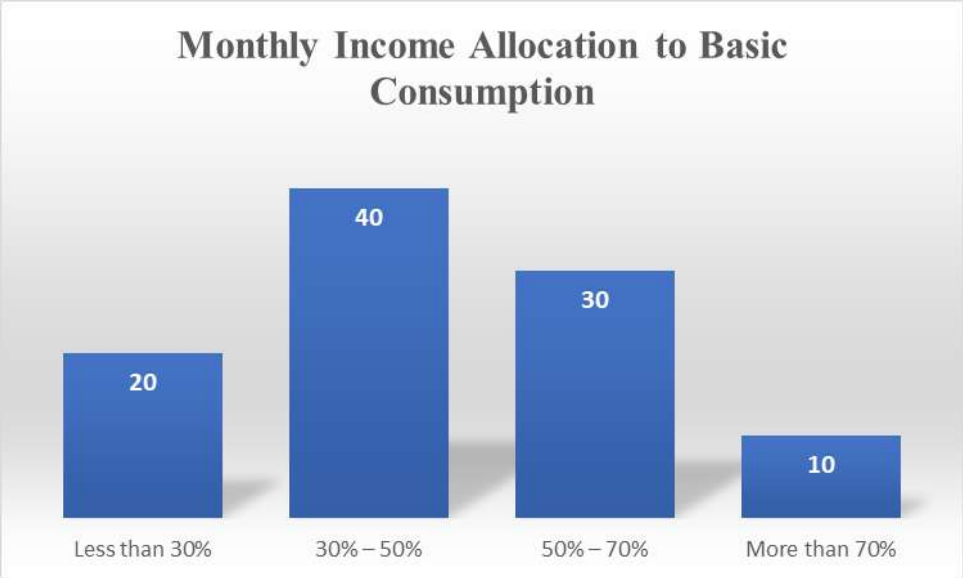
Chart 1: The relationship between the growth of prices and the growth of wages



Source: Radonshiqi. R& Radonshiqi. B (2025)

Referring to the data obtained from the historical study, the cost of living has increased faster than salaries. Specifically, 100% of respondents claim that there is a negative relationship between the cost of living and salaries, where 70% state that the cost of living has increased faster than salaries, and 30% say that it has increased slightly faster than salaries.

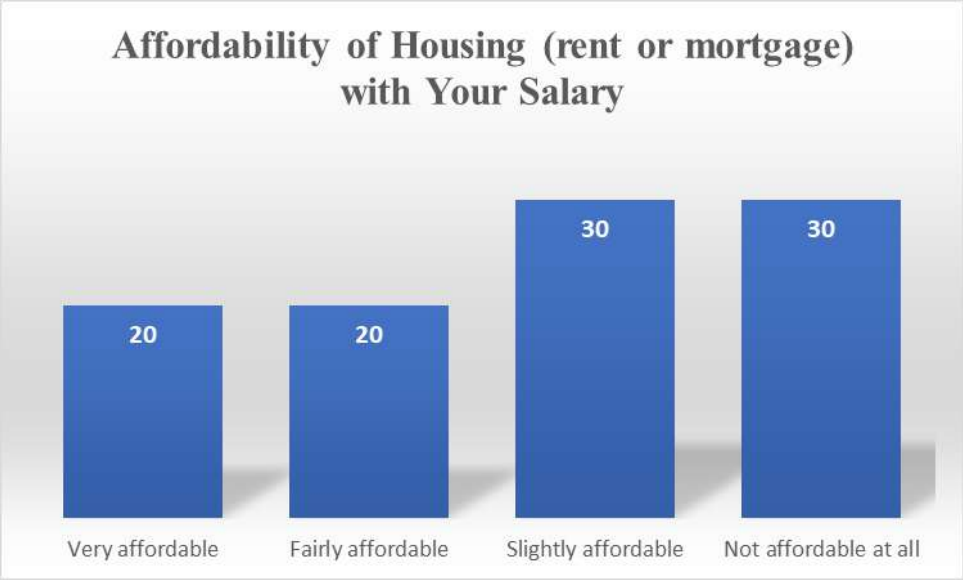
Chart 2: Monthly Income Allocation to Basic Consumption



Source: Radonshiqi. R& Radonshiqi. B (2025)

Referring to the previous question regarding the weight that basic consumer basket products have in relation to personal finances, around 40% responded that basic products account for approximately 30%–50% of their disposable income. About 30% of the respondents stated that these products account for around 50%–70% of their income. Therefore, more than half of the respondents affirm that spending on basic products represents a significant burden on their personal finances. This is a consequence of the low levels of minimum and average wages in the country.

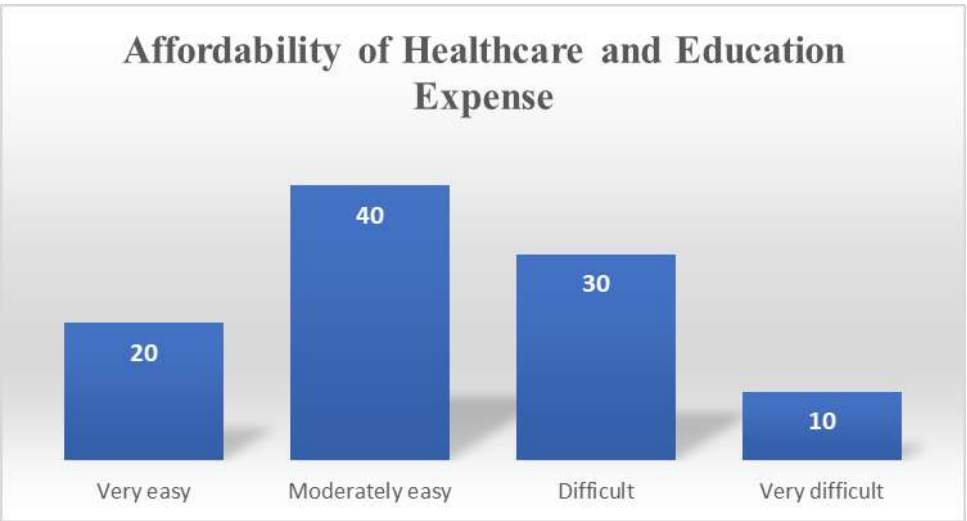
Chart 3: Affordability of Housing (rent or mortgage) with Your Salary



Source: Radonshiqi. R& Radonshiqi. B (2025)

Referring to the previous question, it can be concluded that around 60% of the respondents agree that the cost of housing, whether buying a house outright or through a mortgage is very difficult to afford given the wage levels in Albania.

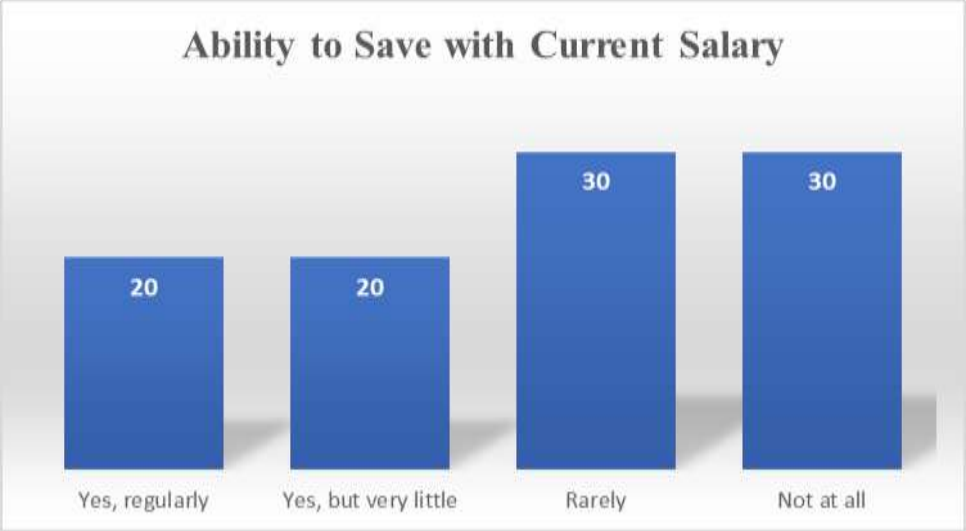
Chart 4: Affordability of Healthcare and Education Expense



Source: Radonshiqi. R& Radonshiqi. B (2025)

Referring to the data, it appears that education and healthcare are two sectors where respondents are sensitive to costs. Although these two services are provided free of charge by the government, they are still associated with high expenses.

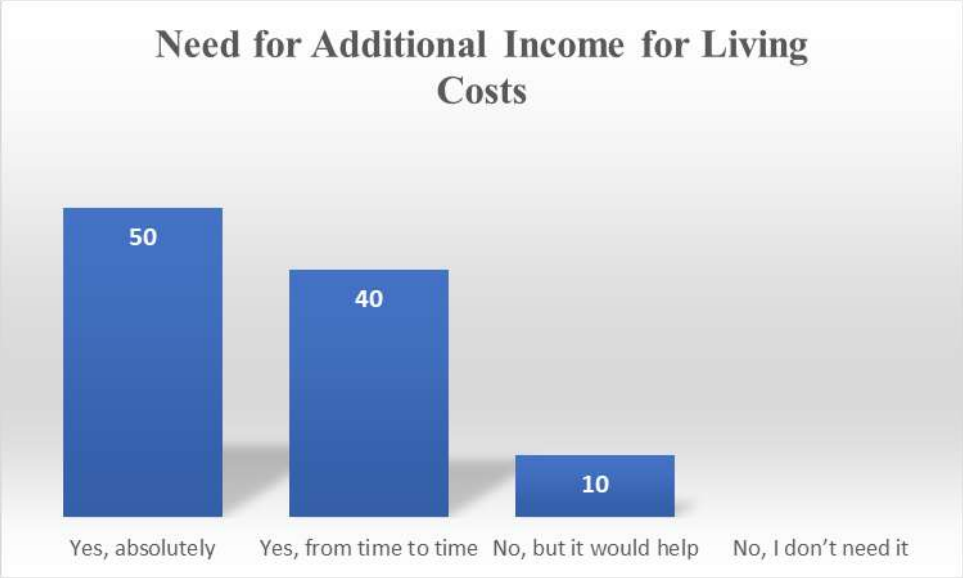
Chart 5: Ability to Save with Current Salary



Source: Radonshiqi. R& Radonshiqi. B (2025)

More than half of the respondents state that they rarely manage to save or find it difficult to do so. This is an indicator of low wage levels, which brings financial insecurity and calls into question the respondents' ability to plan savings and maintain economic stability.

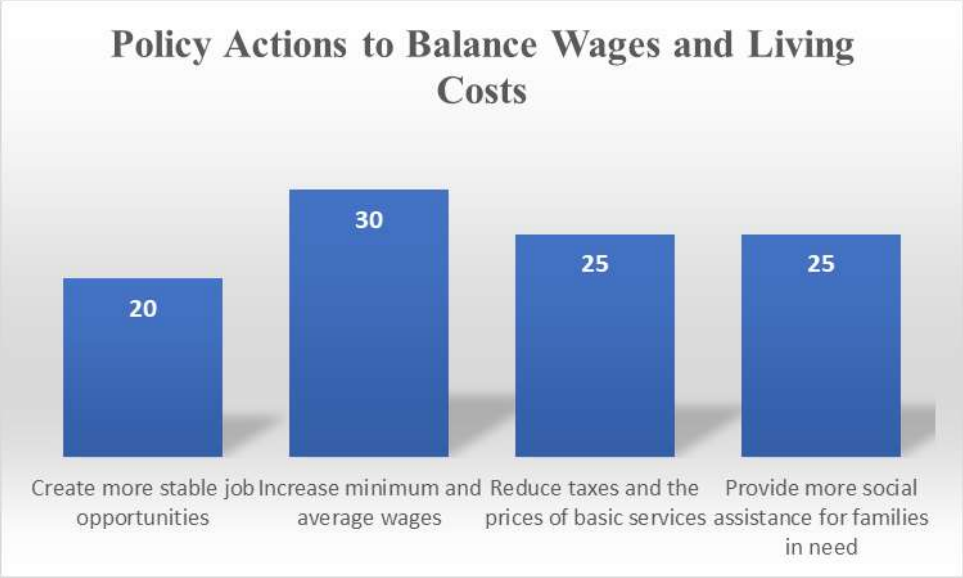
Chart 6: Need for Additional Income for Living Costs



Source: Radonshiqi. R& Radonshiqi. B (2025)

Referring to the previous question, almost 90% of the respondents admit that they need additional income in order to afford the cost of living in Albania.

Chart 7: Policy Actions to Balance Wages and Living Costs



Source: Radonshiqi. R& Radonshiqi. B (2025)

Regarding the question of what the government should do or what policy actions should be taken concerning wages and the cost of living, the respondents answered as follows:

Increase minimum and average wages: 30%

Reduce taxes and the prices of basic services: 25%

Provide more social assistance for families in need: 25%

Create more stable job opportunities: 20%

This indicates that a single policy is not sufficient to address the imbalance between the cost of living and wage levels. Multiple policies need to be combined in order to tackle this complex problem effectively.

Conclusions and Recommendations

- Albania is a country aspiring to join the European Union, but according to this study, it faces challenges regarding citizens' well-being because the cost of living is increasing faster than wages. High prices for basic products, mainly those in the consumer basket, result from the lack of domestic production and Albania's heavy dependence on imports.
- Albanian citizens, due to the low wage levels, find it difficult to achieve financial stability and to make a savings plan, which creates uncertainty about the future.
- Albanians face high prices not only for products and services but also for housing, specifically for rent and the purchase of real estate.
- Referring to the study, we can conclude that a single policy is not sufficient to address the imbalance between the cost of living and wage levels. The Albanian government needs to combine policies that influence the improvement of citizens' well-being by implementing fiscal and monetary policies, as well as social policies that reduce poverty in the country. Multiple policies need to be combined in order to tackle this complex problem effectively.

References

Naqellari, A., Angjeli, E., & Dumani, N. (2017). Dynamics, characteristics and prospects of consumer spending in Albania. *Journal of Educational and Social Research, 7*(2), 91. Doi:10.5901/jesr.2017.v7n2p81

Sotirakopoulos, P., Guven, C., Ulker, A., & Graham, C. (2025). *The impact of minimum wages on overall health and well-being: Global evidence from the Gallup World Poll*. *Social Science & Medicine*, 375(C), 118064.

https://financa.gov.al/wp-content/uploads/2025/10/Macroeconomic-Developments-Newsletter-June-2025.pdf (accesed 25.12.2025)

https://www.instat.gov.al/sq/temat/kushtet-sociale/anketa-e-buxhetit-te-njesive-ekonomike-familjare/publikimet/2025/anketa-e-buxhetit-te-njesive-ekonomike-familjare-2024/ (accesed 20.12.2025)

PREVALENCE AND PSYCHOSOCİAL IMPACT OF LONELİNESS AND SOCİAL ISOLATİON ON THE WELL-BEİNG OF OLDER ADULTS: A SYSTEMATİC REVİEW

Bakut Janet Naman*, Musah Khadijat Toyin, Dhikroh Oriyomi Adekola, Adekola Saheed Ayodeji, Obande Ifeoma Elizabeth, Sodiq Adetunji Adekola
Centre for Health Systems support and Development, Faculty of Nursing and Allied Health Sciences, University of Abuja, Abuja, Nigeria.

Abstract

Background: Loneliness (subjective) and social isolation (objective) are critical and growing public health issues affecting older adults globally. This systematic review aimed to determine the prevalence, examine psychosocial impacts, and identify associated risk factors and effective interventions for loneliness and social isolation among older adults aged 60 years and above.

Methods: Adopting a systematic review design and following PRISMA 2020 Statement guidelines, a comprehensive search was conducted across major databases including PubMed, Scopus, and PsycINFO. Peer-reviewed studies published between 2019-2024 were selected using stringent inclusion criteria, focusing on older adults and psychosocial outcomes including mental health and cognitive function. Eighteen studies were included for narrative synthesis and analysis.

Results: Loneliness and social isolation were highly prevalent among older adults, with global loneliness rates ranging from 25-60%. The review consistently demonstrated significant negative psychosocial impacts, including increased risks of depression and anxiety, cognitive decline, and 50% higher dementia risk. Social isolation increased mortality risk comparable to smoking. Key risk factors included widowhood, living alone, chronic illness, and low socioeconomic status. Effective interventions involved group exercise programs, social clubs, and technology-assisted communication platforms.

Conclusion: Loneliness and social isolation represent profound public health challenges with severe psychosocial implications, threatening healthy aging. This systematic review confirms these conditions significantly impair mental health, cognitive function, and quality of life among older adults. Interventions must be relationship-centered, community-based, and targeted toward addressing identified risk factors to ensure social connectedness and promote overall well-being in aging populations.

Keywords: Loneliness, Social Isolation, Older Adults, Mental Health, Psychosocial Impact, Aging

THE ECOLOGICAL RISK OF CONTAMINATION WITH TOXIC METALS IN THE SOILS, WASTE AND ASH, AROUND THE "TREPÇA" COMPLEX, THE "KOSOVO" THERMAL POWER PLANTS AND THE NEW FERRONICKEL COMPLEX

MSc. Islam ZUZAKU. PhD. Cand, Prof. Dr. Skender DEMAKU, MSc. Arbnorë ALIU, MSc. Donika SYLEJMANI
University of Pristina, Faculty of Mathematical-Natural Sciences, Department of Chemistry and Biology- Pristine- Kosovo!

Samples of toxic waste, soil and ash, were collected in the landfill (solid environmental hot-spots) near the "Trepça" Complex, "New Ferronickel" and Kosovo "Thermal Power Plants'', and analyzed by the ICP-OES method to measure the concentration of 10 toxic metals (Pb, Cd, Cr, Ni, Zn, Cu, As, Co, Mn, and Fe). The pollutant with the highest mean concentration (in acidic medium) was Fe (36400.00 mg/kg), followed by the Mn (8683.00 mg/kg), Cr (6575.00 mg/kg), As (4739.00 mg/kg), Pb (3364.00 mg/kg), Zn (2394.00 mg/kg), Ni (922.60 mg/kg), Cu (297.60 mg/kg), Co (46.60 mg/kg). and Cd (61.8mg/kg). To analyze the level of heavy metal pollution in an area, more than one pollution index analysis is needed, so in this study 3 pollution indices were used, namely the geoaccumulation index (I_{geo}), contamination factor (CF_i), and the pollution load index (PLI). The CF_i (contamination factor) values determined for Fe, Mn, Cr, As, Pb, Zn, Ni, Cu, Co and Cd indicated a high degree of contamination in all samples. In all soil samples the PLI values indicated the presence of soil pollution.

Keywords: Trepça, Ferronickel, thermal power plant, toxic metals, ecology risk, soil, waste, ash

URBAN INTELLİGENCE: AI-DRİVEN COGNİTİON FOR ADAPTİVE Cİ

K.PRASANNA DEVI
First year B.Sc Cmputer Science (Artificial Intelligence)
Department of Computer Science(Artificial Intelligence)
Nadar Mahajana Sangam S.Vellaichamy Nadar College ,Nagamalai,
Madurai-19, Tamilnadu, India
B.KOPIKA
First year B.Sc Computer Science (Artificial Intelligence)
Department of Computer Science(Artificial Intelligence)
Nadar Mahajana Sangam S.Vellaichamy Nadar College ,Nagamalai,
Madurai-19 Tamilnadu, India.
Dr.S.Selvam
Head and Assistant Professor
Department of Computer Science(Artificial Intelligence)
Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College Nagamalai ,
Madurai-19.Tamilnadu, India.

Abstract

Rapid urbanization has increased pressure on city infrastructure, governance, and sustainability. Traditional smart city models rely heavily on sensor networks and rule-based automation, which often lack adaptability and contextual understanding. This paper introduces the concept of **Urban Intelligence**, where artificial intelligence (AI) functions as a cognitive layer enabling cities to perceive, learn, reason, and adapt dynamically. We analyze AI-driven urban systems across transportation, energy, public safety, and governance, and propose an adaptive urban intelligence framework. The study highlights benefits, challenges, and ethical considerations, emphasizing the transition from automated cities to cognitively adaptive urban ecosystems.

Keywords

Urban Intelligence, Smart Cities, Artificial Intelligence, Adaptive Systems, Urban Analytics, Sustainable Cities

1. Introduction

Cities are complex, dynamic systems shaped by human behavior, infrastructure, and environmental factors. While smart cities have leveraged Internet of Things (IoT) technologies to improve efficiency, many remain reactive rather than adaptive. Data is collected, but decision-making often lacks intelligence and long-term learning capabilities.Recent advancements in AI—particularly machine learning, deep learning, and reinforcement learning—enable systems to move beyond automation toward cognition. This paper argues that the next evolution of smart cities lies in **AI-driven urban cognition**, where cities can predict, optimize, and self-regulate in real time.

2. Related Work

Existing smart city research focuses on IoT integration, big data analytics, and automation. Studies on AI in smart cities often address isolated applications such as traffic prediction or energy optimization. However, there is limited work on **holistic urban cognition**, where AI systems continuously learn and coordinate across domains.

Urban digital twins and data-driven governance models represent early steps toward intelligence, but they lack autonomy and cross-system reasoning. This research bridges that gap by framing AI as a cognitive layer rather than a supporting tool.

3. Concept of Urban Intelligence

Urban Intelligence refers to a city's ability to:

- **Perceive** through sensors and data streams
- **Learn** from historical and real-time data
- **Reason** across multiple urban domains
- **Adapt** policies and operations autonomously

Unlike traditional smart cities, urban intelligence emphasizes **continuous learning**, **context awareness**, and **interconnected decision-making**.

4. AI-Driven Urban Cognition Framework

4.1 Perception Layer

- IoT sensors
- Satellite imagery
- Citizen-generated data
- Social and environmental signals

4.2 Learning Layer

- Machine learning for pattern recognition
- Deep learning for prediction
- Reinforcement learning for policy optimization

4.3 Reasoning Layer

- Knowledge graphs for urban relationships
- Multimodal data fusion
- Scenario simulation and forecasting

4.4 Action Layer

- Traffic signal optimization

- Energy distribution control
- Emergency response coordination
- Policy recommendation systems

4.5 Feedback Loop

Continuous evaluation allows the city to learn from outcomes and refine future decisions.

5. Applications of Urban Intelligence

5.1 Intelligent Transportation

AI predicts congestion, dynamically adjusts traffic signals, and supports autonomous public transit systems, reducing emissions and travel time.

5.2 Energy and Sustainability

AI-driven energy grids optimize consumption, integrate renewables, and forecast demand, enabling carbon-efficient cities.

5.3 Public Safety

Predictive analytics support crime prevention, disaster response, and emergency resource allocation.

5.4 Urban Governance

AI assists policymakers by simulating policy impacts, improving transparency and data-driven decision-making.

6. Benefits of AI-Driven Adaptive Cities

6.1 Enhanced Urban Efficiency

AI-driven systems continuously analyze real-time data to optimize transportation, energy distribution, waste management, and public services. This leads to reduced congestion, lower operational costs, and more efficient use of city resources.

6.2 Real-Time Responsiveness

Adaptive cities can detect and respond to changing urban conditions instantly. AI enables rapid reaction to traffic accidents, power outages, natural disasters, and public safety threats, significantly improving city resilience.

6.3 Improved Sustainability

AI optimizes energy consumption, integrates renewable energy sources, and reduces carbon emissions. Predictive analytics support climate-resilient infrastructure planning and efficient environmental monitoring.

6.4 Data-Driven Urban Planning

By learning from historical and real-time data, AI provides accurate forecasts for population growth, infrastructure demand, and land use. This supports long-term, evidence-based urban planning and policy formulation.

6.5 Enhanced Public Safety

AI-powered surveillance, predictive policing, and emergency response systems improve crime prevention and disaster management while enabling better allocation of public safety resources.

6.6 Personalized Citizen Services

AI allows cities to tailor services based on citizen needs, such as adaptive public transportation routes, personalized energy consumption feedback, and intelligent healthcare support systems.

6.7 Economic Growth and Innovation

AI-driven cities attract technology investment, foster innovation ecosystems, and create new job opportunities in data science, urban analytics, and AI governance.

6.8 Reduced Human Error

Automation of complex urban operations minimizes human error in decision-making, leading to safer transportation systems, reliable energy grids, and improved public service delivery.

6.9 Predictive Maintenance of Infrastructure

AI systems predict infrastructure failures before they occur, reducing downtime, maintenance costs, and safety risks in transportation, utilities, and public buildings.

6.10 Improved Governance and Transparency

AI-assisted decision-support systems enhance policy evaluation, increase transparency, and enable more accountable governance through data-backed insights and performance monitoring.

6.11 Increased Urban Resilience

Adaptive cities can learn from past events, allowing them to prepare for future disruptions such as climate change, population surges, or economic shifts.

6.12 Better Quality of Life

By reducing commute times, pollution, energy waste, and service inefficiencies, AI-driven adaptive cities significantly enhance overall citizen well-being

7. Challenges and Risks

7.1 Data Privacy and Surveillance

Mass data collection raises concerns about citizen privacy and misuse.

7.2 Algorithmic Bias

Biased data can reinforce social inequalities.

7.3 System Dependence

Over-automation may reduce human oversight and accountability.

7.4 Infrastructure Inequality

Developing regions may struggle to implement advanced AI systems.

8. Ethical and Governance Considerations

8.1 Transparency and Explainability

AI systems should provide clear explanations for their decisions and recommendations. Transparent models help citizens and policymakers understand how and why decisions are made, reducing mistrust and preventing the "black-box" problem often associated with complex AI algorithms.

8.2 Privacy and Data Protection

Adaptive cities rely on massive volumes of citizen data, including location, behavior, and personal preferences. Strong privacy frameworks and secure data governance are necessary to prevent misuse, unauthorized surveillance, and breaches of sensitive information

8.3 Bias and Fairness

AI algorithms can inadvertently reproduce or amplify existing social, economic, or cultural biases. Continuous auditing, bias mitigation strategies, and inclusive datasets are critical to ensure equitable service delivery and avoid discrimination.

8.4 Accountability and Responsibility

When AI systems make decisions that affect public welfare, clear accountability mechanisms must be established. Municipal authorities, AI developers, and operators should share responsibility for decisions and potential errors, especially in safety-critical scenarios.

8.5 Public Participation and Consent

Ethical AI governance requires involving citizens in the design, implementation, and evaluation of AI-driven systems. Participatory frameworks help align AI interventions with societal values and increase public trust in automated urban processes.

8.6 Regulatory and Legal Frameworks

Policymakers must implement regulations to govern the deployment of AI in urban environments. Legal frameworks should address liability, data usage, transparency, and ethical standards to ensure responsible innovation.

8.7 Security and Resilience

AI systems must be resilient against cyberattacks and manipulation. Ensuring robust security safeguards prevents malicious exploitation that could disrupt essential urban services or compromise citizen safety.

8.8 Long-Term Societal Impacts

Governance should also consider long-term societal consequences, including automation-driven job displacement, social inequality, and dependence on AI systems. Proactive strategies are needed to mitigate negative impacts and ensure sustainable urban development.

9. Future Research Directions

9.1 Emotion-Aware Urban Systems

Research can explore AI systems that incorporate human emotions, behaviors, and social dynamics to improve public services, urban planning, and citizen engagement, creating more responsive and empathetic cities.

9.2 AI-Powered Participatory Governance

Future studies should focus on designing AI tools that facilitate citizen participation in policymaking, ensuring that urban intelligence aligns with societal values and promotes inclusive decision-making.

9.3 Long-Term Societal Impact Assessment

It is crucial to examine how AI adoption affects employment, social inequality, mental health, and civic behavior over time. Developing predictive models can help policymakers mitigate negative consequences of automation and AI dependence.

9.4 Resilient and Secure Urban AI Systems

Future research should enhance the resilience of AI infrastructures against cyberattacks, system failures, and adversarial manipulation, ensuring the reliability of critical urban services.

9.5 Integration of Quantum and Edge AI

Emerging technologies such as quantum computing and edge AI offer opportunities for faster processing, decentralized decision-making, and enhanced real-time urban cognition. Research can investigate their integration for scalable, low-latency city-wide intelligence.

9.6 Multi-Domain Coordination

Adaptive cities involve interconnected systems across transportation, energy, public safety, and governance. Future work should develop AI architectures capable of reasoning and coordinating across multiple domains simultaneously.

9.7 Ethical AI and Governance Models

Ongoing research is needed to establish ethical guidelines, accountability frameworks, and regulatory policies for AI deployment in cities, ensuring fairness, transparency, and public trust in urban AI systems.

9.8 Environmental and Sustainability Modeling

AI can support climate-resilient urban planning, energy efficiency, and disaster response. Future research should focus on integrating predictive environmental models with adaptive city operations to achieve long-term sustainability.

10. Conclusion

This paper presents Urban Intelligence as a transformative paradigm for future cities. By embedding AI-driven cognition into urban systems, cities can move beyond automation toward adaptability, resilience, and sustainability. However, responsible deployment requires careful attention to ethics, governance, and human-centered design. Urban Intelligence represents not just a technological evolution, but a socio-technical shift in how cities think, learn, and grow.

11.References

1. Batty, M. (2018). Artificial intelligence and smart cities. *Environment and Planning*
2. Kitchin, R. (2014). The real-time city? *GeoJournal*.
3. Townsend, A. (2013). *Smart Cities: Big Data, Civic Hackers, and the Quest for a New Utopia*.

FROM PROMPTS TO PROGRAMS: THE RİSE OF INTELLİGENT AI-DRİVEN CODİNG ASSİSTANTS"

DHARANI.M,
First year B.Sc(Artificial Intelligence)
Department of Computer Science(Artificial Intelligence)
Nadar Mahajana Sangam S.Vellaichamy Nadar College ,Nagamalai,
Madurai-19Tamilnadu India.
KIRTHIKA.C
First year B.Sc(Artificial Intelligence)
Department of Computer Science(Artificial Intelligence)
Nadar Mahajana Sangam S.Vellaichamy Nadar College ,Nagamalai,
Madurai-19 Tamilnadu,India
Dr.S.Selvam
Head and Assistant Professor
Department of Computer Science(Artificial Intelligence)
Nadar Mahajana Sangam S. Vellaichamy Nadar College Nagamalai ,
Madurai-19. Tamilnadu India

Abstract:

Artificial Intelligence (AI) has rapidly transformed software development through the introduction of intelligent coding assistants capable of generating code from natural language prompts. These systems convert human instructions into functional programs, enabling faster development, improved productivity, and easier learning for beginners. This research paper examines the evolution of AI-driven coding assistants, explains how prompt-based programming works, analyzes popular tools, and discusses their applications, benefits, limitations, and ethical considerations. The study highlights how AI-powered coding assistants are reshaping modern programming practices while emphasizing the importance of human supervision and responsible usage.

Keywords:

Artificial Intelligence, Code Generation, Prompt-Based Programming, AI Coding Assistants

1. Introduction

Software development traditionally requires deep knowledge of programming languages, syntax, and logic. Writing efficient and error-free code is time-consuming and demands continuous learning. With the advancement of Artificial Intelligence, a new paradigm has emerged where developers can write programs by providing simple text instructions, known as prompts.AI-driven coding assistants act as intelligent partners that understand natural language and generate relevant code. These tools have gained popularity among students, professionals, and organizations due to their ability to accelerate development and reduce

complexity. This paper explores how programming has evolved from manual coding to prompt-based code generation and examines the growing role of intelligent AI-driven coding assistants.

2. Objectives of the Study

The objectives of this research paper are:

2.1 Understanding AI-Driven Coding Assistants

To study the concept and functionality of AI-based coding assistants.

2.2 Analyzing Prompt-Based Programming

To examine how prompts are used to generate programs instead of manual coding.

2.3 Evaluating Benefits and Challenges

To identify the advantages and limitations of AI-driven coding tools.

2.4 Studying Future Impact

To analyze how AI coding assistants may shape the future of software development.

3. Evolution from Traditional Coding to Prompt-Based Programming

3.1 Traditional Coding Methods

Early programming required writing every line of code manually using strict syntax.

3.2 Introduction of High-Level Languages

Languages like C, Java, and Python simplified programming but still required expertise.

3.3 Role of Development Tools

IDEs, libraries, and frameworks improved productivity but did not automate logic.

3.4 Shift to Prompt-Based Programming

AI enables developers to describe problems in natural language, generating code automatically.

4. Working of AI-Driven Coding Assistants

4.1 Training of AI Models

AI assistants are trained on large datasets containing code, documentation, and examples.

4.2 Natural Language Processing

NLP helps the AI understand user prompts written in human language.

4.3 Code Generation Process

The AI analyzes intent and produces relevant code snippets or programs.

4.4 Continuous Learning

Feedback and updates improve accuracy and performance over time.

Basic Working Process

1. The user provides a natural language prompt.

2. The AI interprets the intent of the prompt.
3. Relevant programming patterns are identified.
4. Code is generated based on learned structures.
5. Suggestions, explanations, or improvements are provided.

These assistants can generate functions, debug errors, explain code logic, and even refactor existing programs.

5. Popular AI-Driven Coding Assistants

Several intelligent coding assistants are widely used today:

- **GitHub Copilot:** Acts as an AI pair programmer by suggesting real-time code completions.
- **ChatGPT:** Converts prompts into code, explains concepts, and assists in debugging.
- **Codeium:** Provides fast and free AI-based code suggestions.
- **Tabnine:** Focuses on privacy-aware code completion.
- **Replit Ghostwriter:** Helps beginners with code generation in an online environment.
- **Sourcegraph Cody:** Understands large codebases and assists in refactoring.

These tools support multiple programming languages and development environments.

6.Comparison of AI Code Generation Tools

Tool	Best Use Case	IDE Integration	Strength	Weakness
GitHub Copilot	General development	VSCode, JetBrains	Excellent overall code quality	Paid, requires internet
ChatGPT	Deep reasoning & debugging	Web/API	Strong explanations	Less seamless IDE feel
Cursor	Large projects & refactor	Built-in editor	Project-wide suggestions	Higher cost
Codeium	Budget-friendly coding	Many IDEs	Free, many langs	Less deep context
Tabnine	Privacy/enterprise	Many IDEs	Private models	Slightly lower quality
CodeWhisperer	AWS dev	AWS & IDEs	Security scanning	Limited non-AWS strength
Replit Ghostwriter	Beginners & prototyping	Replit only	Easy to use	Limited scale
Sourcegraph Cody	Enterprise & big repos	Many IDEs	Deep repo AI	Enterprise cost

7.Key Insights

- **Accuracy & productivity:** Copilot and ChatGPT are generally highest in code quality and breadth of support. DIY AI

- **Specialized tools:** CodeWhisperer excels in AWS ecosystems, Tabnine in privacy-focused environments. DIY AI
- **Free & beginner tools:** Codeium and Replit Ghostwriter are great for learners or cost-sensitive users. DIY AI
- **Enterprise / large codebases:** Sourcegraph Cody and Cursor provide deeper context and project-wide understanding. DIY AI

8.Why GitHub Copilot Is Often Ranked #1

8.1 Excellent Context-Aware Coding

Copilot doesn't just autocomplete single lines — it can generate **multi-line functions, classes, and even full modules** based on your prompt and the existing code context in your editor. It uses advanced language models trained specifically for coding, which generally leads to smarter and more relevant code completions. AI Apps

8.2 Seamless IDE Integration

Copilot works inside popular development environments such as **VS Code and JetBrains**, making the suggestions feel like a natural part of your editing workflow. This deep integration improves productivity and reduces interruptions. AI Apps

8.3 Supports Many Languages

It supports **40+ programming languages** including Python, JavaScript, TypeScript, Go, Java, and more — so it's useful for a wide range of developers. Wisepost

8.4 Predictable Pricing and Use

With a flat monthly subscription, Copilot gives you **unlimited usage** without strict daily quotas, which is valuable for heavy code generation and professional use.

9.Comparison Analysis

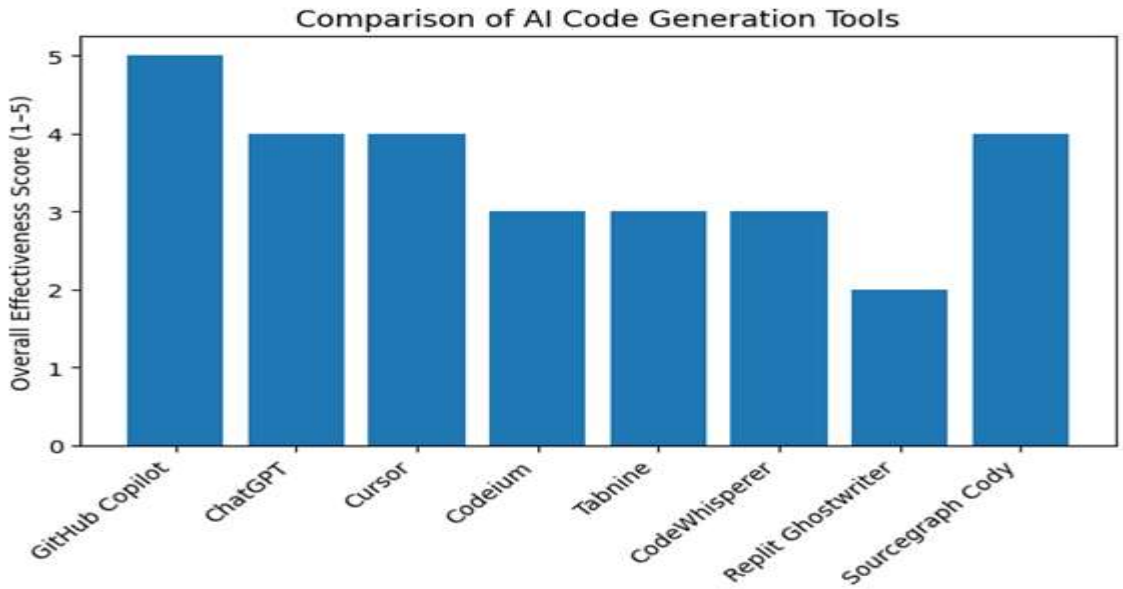
Compared to other tools:

9.1 More Powerful and Polished: Copilot generally produces more accurate and context-aware code than lightweight or free alternatives like Codeium or Tabnine's basic suggestions. DEV Community

9.2 Better for Complex Tasks: It can often handle entire functions or algorithmic prompts, not just autocomplete individual statements. AI Apps

9.3 Professional Developer Focus: It's widely adopted by full-stack developers, teams, and companies because of its reliability, integration, and language support — not just casual use. Wisepost

.For most developers in 2025, *GitHub Copilot* is the best choice because it strikes the strongest balance of **accuracy, IDE integration, language support, and real-world productivity** — especially for full-stack and professional development workflows



I've created a **bar graph** that compares the AI tools based on an **overall effectiveness score (1–5)** derived from the information you provided.

Since your table contains **qualitative data**, I converted it into a **simple scoring scale** suitable for a research paper:

- **5** – Excellent overall performance and wide usability
- **4** – Very strong, but slightly specialized or limited
- **3** – Good, but with notable constraints
- **2** – Best for beginners or limited-scale use

Interpretation of the Bar Graph

- **GitHub Copilot (5)** → Best overall due to code quality and IDE integration
- **ChatGPT (4)** → Excellent reasoning and debugging support
- **Cursor (4)** → Strong for large projects and refactoring
- **Sourcegraph Cody (4)** → Best for enterprise and large repositories
- **Codeium, Tabnine, CodeWhisperer (3)** → Solid tools with specific strengths
- **Replit Ghostwriter (2)** → Ideal for beginners, limited for large projects

10.Applications of AI-Driven Coding Assistants

AI-driven coding assistants are used in various domains, including:

- Software and web application development

- Mobile app development
- Automated testing and debugging
- Learning and teaching programming
- Code documentation generation
- Rapid prototyping and automation

Their versatility makes them valuable across educational and industrial settings.

11. Advantages of AI-Driven Coding Assistants

The key benefits include:

1. Increased coding speed and productivity
2. Reduced syntax and logical errors
3. Support for beginners and learners
4. Faster debugging and code explanation
5. Improved code consistency
6. Support for multiple programming languages

These advantages make AI coding assistants powerful tools for modern development.

12. Limitations and Challenges

Despite their benefits, AI-driven coding assistants face several challenges:

- Generated code may contain errors or inefficiencies
- Over-reliance may weaken problem-solving skills
- Limited understanding of complex project requirements
- Potential security vulnerabilities
- Ethical concerns related to plagiarism and accountability

Human oversight remains essential to ensure correctness and reliability.

13. Ethical Considerations

The use of AI in code generation raises ethical issues such as intellectual property rights, originality of code, and responsibility for errors. Developers must carefully review AI-generated code and ensure compliance with legal and ethical standards. Transparent and responsible usage is necessary to maintain trust in AI systems.

13.1 Code Ownership

Unclear ownership of AI-generated code raises legal questions.

13.2 Accountability

Responsibility for errors in AI-generated code must be defined.

13.3 Fair Usage

Developers must ensure ethical and responsible use of AI tools.

13.4 Impact on Employment

AI may change job roles but will not fully replace developers.

14. Future Scope

In the future, AI-driven coding assistants are expected to:

- Become more context-aware and accurate
- Support autonomous software development tasks
- Integrate deeply with the entire s
- oftware lifecycle
- Provide better security and explainability
- Enable collaborative human-AI programming models

These advancements will further redefine the role of programmers.

15. Conclusion

The transition from prompts to programs represents a major evolution in software development. Intelligent AI-driven coding assistants have simplified programming, enhanced productivity, and opened new learning opportunities. However, they should be used as supportive tools rather than replacements for human intelligence. With responsible use and ethical considerations, AI-driven coding assistants will continue to play a crucial role in shaping the future of programming.

16.References

1. Pressman, R. S., *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, McGraw-Hill.
2. Russell, S., & Norvig, P., *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, Pearson.
3. GitHub Copilot Documentation, GitHub Inc.
4. OpenAI Documentation on Language Models.
5. Research articles on AI-based code generation and prompt engineering.

DESİGN AND IMPLEMENTATİON OF AI-INTEGRATED ENTERPRİSE SYSTEMS

S. Reashmi (B.E Second year)
Department of Computer Science Engineering Kamaraj College of Engineering and Technology
Virudhunagar
Tamilnadu India
Dr. S. Selvam
Head & Assistant Professor Department of Computer (AI) Nadar Mahajana Sangam
S. Vellaichamy Nadar College Madurai
Tamilnadu India

1.Introduction

In today's highly competitive and data-driven business environment, organizations are increasingly adopting AI to optimize operations and improve responsiveness. Traditional business systems such as ERP and CRM were primarily designed to record and manage transactions. However, with the integration of AI, these systems are evolving into intelligent platforms capable of learning from data, predicting outcomes, and automating complex workflows.

AI integration enables organizations to move beyond reactive decision-making toward proactive and predictive strategies. By embedding machine learning algorithms, natural language processing, and intelligent automation into core systems, enterprises can reduce operational inefficiencies, enhance customer engagement, and support strategic planning. This paper examines how AI is transforming ERP, CRM, and workflow automation systems, along with the challenges and opportunities associated with adoption.

2.Abstract

Artificial Intelligence (AI) has emerged as a transformative force in modern enterprises, reshaping how organizations manage data, processes, and customer relationships. The integration of AI into core business systems such as Enterprise Resource Planning (ERP), Customer Relationship Management (CRM), and Workflow Automation platforms enables organizations to enhance efficiency, improve decision-making, and gain competitive advantage. This document explores the role of AI in these systems, examining key technologies, applications, benefits, challenges, and future directions. Through detailed discussion, it highlights how AI-driven business systems are redefining operational excellence in the digital era

3.AI in Enterprise Resource Planning (ERP) Systems

Enterprise Resource Planning systems serve as the backbone of organizational operations, integrating functions such as finance, supply chain, manufacturing, and human resources. AI

integration significantly enhances the capabilities of ERP systems by enabling predictive analytics, intelligent forecasting, and autonomous decision support.

AI-powered ERP systems can analyze historical and real-time data to forecast demand, optimize inventory levels, and identify potential disruptions in supply chains. In financial management, AI assists with fraud detection, automated reconciliation, and intelligent budgeting. In human resource management, AI enables talent analytics, workforce planning, and employee performance prediction. These capabilities allow organizations to improve accuracy, reduce costs, and increase agility.

Moreover, AI-driven ERP systems enhance user experience through conversational interfaces and intelligent dashboards. Natural language processing allows users to query systems using simple language, making ERP platforms more accessible to non-technical stakeholders. As a result, decision-making becomes faster and more data-driven across organizational levels.

4.AI in Customer Relationship Management (CRM) Systems

Customer Relationship Management systems focus on managing interactions with customers across sales, marketing, and service functions. AI integration transforms CRM systems into intelligent customer engagement platforms capable of delivering personalized experiences at scale.

AI-enabled CRM systems use machine learning to analyze customer behavior, preferences, and interaction history. This enables predictive customer segmentation, churn prediction, and personalized product recommendations. Sales teams benefit from AI-driven lead scoring, which prioritizes prospects based on their likelihood to convert, improving sales efficiency and revenue outcomes.

In customer service, AI-powered chatbots and virtual assistants handle routine inquiries, providing instant responses and reducing the workload on human agents. Sentiment analysis tools assess customer feedback from emails, social media, and support tickets, helping organizations understand customer emotions and improve service quality. Overall, AI integration in CRM systems strengthens customer relationships and enhances long-term loyalty.

5.AI-Driven Workflow Automation

Workflow automation focuses on streamlining and automating business processes across departments. AI-driven workflow automation goes beyond rule-based automation by enabling systems to learn, adapt, and optimize processes dynamically.

AI technologies such as robotic process automation (RPA), combined with machine learning, allow organizations to automate repetitive and time-consuming tasks such as data entry, invoice processing, and compliance reporting. Intelligent workflows can identify bottlenecks, recommend process improvements, and automatically reroute tasks based on workload and priority.

Furthermore, AI-driven automation supports decision-centric workflows, where systems assist employees by providing insights and recommendations at critical decision points. This reduces human error, improves consistency, and accelerates process execution. As organizations scale, AI-enabled workflows ensure operational resilience and efficiency.

6.Key AI Technologies Enabling Integration

Several AI technologies underpin the integration of intelligence into core business systems. Machine learning algorithms enable pattern recognition, prediction, and continuous improvement. Natural language processing supports conversational interfaces, document analysis, and sentiment detection. Computer vision is increasingly used in areas such as quality control and document verification.

Additionally, advanced analytics and knowledge graphs help organizations connect data across ERP, CRM, and workflow systems, providing a unified and contextual view of operations. Cloud computing and AI-as-a-Service platforms further accelerate adoption by reducing infrastructure complexity and cost barriers.

7.Benefits of AI Integration in Core Business Systems

The integration of AI into ERP, CRM, and workflow automation systems delivers significant business benefits. Organizations experience improved operational efficiency through automation and optimization of processes. Enhanced decision-making is achieved through predictive and prescriptive analytics that provide actionable insights.

AI integration also improves customer satisfaction by enabling personalized interactions and faster service delivery. Cost savings result from reduced manual effort, error reduction, and better resource utilization. Additionally, AI-driven systems enhance organizational agility, allowing businesses to respond quickly to market changes and disruptions.

8.Challenges and Risks

Despite its benefits, AI integration presents several challenges. Data quality and availability remain critical issues, as AI systems rely heavily on accurate and consistent data.

Integration complexity can arise when legacy systems are incompatible with modern AI technologies.

Ethical and regulatory concerns, including data privacy, algorithmic bias, and transparency, must be carefully managed. Organizations also face skill gaps, requiring investment in training and change management to ensure successful adoption. Addressing these challenges is essential for realizing the full potential of AI-enabled business systems.

9.Case Examples of AI Integration

Many organizations have successfully integrated AI into their core business systems. Global enterprises use AI-driven ERP platforms to optimize supply chains and financial operations. Leading CRM vendors incorporate AI to deliver predictive insights and intelligent customer engagement tools.

In workflow automation, organizations deploy intelligent automation to handle high-volume processes such as procurement, claims processing, and compliance monitoring. These case examples demonstrate how AI integration delivers measurable improvements in efficiency, accuracy, and customer satisfaction.

10.Future Trends

The future of AI integration in core business systems is characterized by increasing autonomy, interoperability, and intelligence. Self-learning systems will continuously optimize processes with minimal human intervention. The convergence of AI with technologies such as the Internet of Things (IoT) and blockchain will further enhance data-driven
decision-making.

Explainable AI and responsible AI practices will gain importance as organizations seek transparency and trust in automated decisions. As AI capabilities mature, ERP, CRM, and workflow automation systems will evolve into fully integrated intelligent enterprise platforms.

11.Conclusion

AI integration in core business systems represents a significant shift in how organizations operate and compete. By embedding intelligence into ERP, CRM, and workflow automation platforms, enterprises can unlock new levels of efficiency, insight, and customer value. While challenges remain, strategic investment in AI technologies, data governance, and human skills will enable organizations to harness the full potential of intelligent business systems in the years ahead.

12.References

Davenport, T. H., & Ronanki, R. (2018). Artificial intelligence for the real world. Harvard Business Review.
McAfee, A., & Brynjolfsson, E. (2017). Machine, platform, crowd: Harnessing our digital future. W. W. Norton & Company.
Russell, S., & Norvig, P. (2021). Artificial intelligence: A modern approach. Pearson.
Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. Journal of Strategic Information Systems.

A COMPACT ECE-SHAPED MİCROSTRİP ANTENNA FOR 5 GHZ WİRELESS APPLİCATİONS

P C Praveen Kuamr,A Aliya Kousar, B Geetha , B Jahnavi ,B Gagana Tripura
Department of ECE,
G. Pulla Reddy Engineering College (Autonomous): Kurnool , AP, India-518003

Abstract: This paper presents the design and simulation of a compact ECE-shaped microstrip patch antenna operating at 5 GHz, intended for modern wireless communication applications. The proposed antenna is designed on an FR-4 substrate with overall dimensions of 100 mm × 100 mm × 2 mm and a dielectric constant of $\varepsilon r = 4.4$, making it suitable for low-cost fabrication. The radiating ECE-shaped patch is positioned at (47.5, 0, 1.2) with dimensions of 5 mm × 30 mm, while a full ground plane of 100 mm × 100 mm is placed on the opposite side of the substrate. A radiation box with dimensions 140 mm × 140 mm × 22 mm is employed to ensure accurate far-field analysis.

The antenna is modeled and analyzed using ANSYS HFSS, a full-wave electromagnetic simulation tool. Simulation results show that the proposed antenna resonates effectively at 5 GHz, exhibiting a return loss better than −20 dB and a VSWR less than 1.5, indicating good impedance matching. The antenna provides an impedance bandwidth of approximately 150 MHz around the operating frequency. The radiation characteristics demonstrate a stable broadside radiation pattern with a peak gain of about 5 dBi, making the antenna suitable for high-frequency wireless applications. The compact ECE-shaped structure contributes to improved performance while maintaining a simple and practical geometry.

Due to its compact size, ease of fabrication, and favorable radiation characteristics, the proposed microstrip antenna is a strong candidate for applications such as WLAN, wireless communication systems, and emerging 5-GHz-based technologies

Keywords: Microstrip antenna, ECE-shaped patch, 5 GHz band, FR-4 substrate, HFSS simulation, WLAN

DESİGN AND PERFORMANCE ANALYSİS OF A COMPACT MİCROSTRİP PATCH ANTENNA FOR 2.4 GHZ Wİ-Fİ APPLİCATİONS

P C Praveen Kumar
S. Vishnu Priya
R. Udaya Bhanu
M. Indhu
J. Janaki
Department of ECE
G. Pulla Reddy Engineering College (Autonomous): Kurnool, AP, India-518003

Abstract:

This work focuses on the design and simulation of a compact microstrip patch antenna suitable for 2.4 GHz Wi-Fi communication systems. The antenna is developed using a rectangular patch geometry and simulated with ANSYS HFSS to analyze its electromagnetic performance. An FR-4 substrate with a dielectric constant of 4.4 and a thickness of 1.6 mm is used, while copper is selected for both the patch and ground plane. A microstrip line feeding technique is employed to ensure effective impedance matching. Key antenna parameters such as return loss, bandwidth, gain, and radiation characteristics are examined through simulation. The results indicate satisfactory performance at the 2.4 GHz ISM band, achieving a return loss below −15 dB, moderate gain, and a stable broadside radiation pattern. Due to its compact size, low cost, and ease of fabrication, the proposed antenna is well suited for practical Wi-Fi devices including wireless routers, laptops, and access points.

Keywords:

Microstrip antenna, Wi-Fi communication, 2.4 GHz ISM band, HFSS simulation, antenna gain, impedance matching

DESİGN AND SİMULATİON OF A RECTANGULAR MİCROSTRİP PATCH ANTENNAFORWİ-FİCOMMUNİCATİON

P C Praveen Kumar
S. Swarna
K. Manasa
K. Meghana, Nandhini
Department of ECE
G.PullaReddyEngineeringCollege(Autonomous):Kurnool,AP,India-518003

Abstract:

This project presents the design and simulation of a compact rectangular microstrip patch antenna intended for Wi-Fi wireless communication applications. The antenna is designed to operate at the 2.4 GHz ISM band and is modelled using ANSYS HFSS. A rectangular microstrip patch configuration is implemented using copper as the radiating element and ground plane, while an FR-4 dielectric substrate with a relative permittivity of 4.4 and thickness of 1.6 mm is employed. The antenna is excited using a microstrip line feed to achieve proper impedance matching. The performance of the antenna is evaluated in terms of return loss, gain, bandwidth, and radiation pattern.

Simulation results demonstrate a return loss better than −15 dB at the operating frequency, with a gain of approximately 3–4 dBi and a stable broadside radiation pattern suitable for indoor wireless communication. The proposed design offers a compact,

low-cost, and easily realizable solution for Wi-Fi applications such as routers, laptops, and wireless access points.

Keywords:

Wi-Fi antenna, microstrip patch antenna, ISM band, HFSS, return loss, radiation pattern

HFSS-BASED DESİGN AND PERFORMANCE ANALYSİS OF A RECTANGULAR PATCH ANTENNA

P C Praveen Kumar,
P.Maneesha
S.Hafizun
N.Wagdeevee
P.Pushpanjali
Department of ECE,
G.Pulla Reddy Engineering College(Autonomous):Kurnool,AP,India-518003

Abstract

This paper presents the design and simulation of a rectangular microstrip patch antenna using Ansys HFSS. The antenna is designed on a substrate of dimensions 50 mm × 50 mm with a thickness of 1.6 mm. A rectangular patch of size 20 mm × 20 mm is placed on the substrate, and excitation is provided through a port feed technique with a feed width of 2 mm. To accurately analyze the radiation characteristics, a radiation box of dimensions 70 mm × 70 mm × 12 mm is used in the simulation environment. The simulated results show that the antenna resonates at 6.64 GHz with a return loss (S11) of –34 dB, indicating excellent impedance matching. The corresponding VSWR is 0.84, confirming efficient power transfer. The antenna achieves a maximum gain of 3.39 dB, making it suitable for wireless communication applications in the microwave frequency range. The results demonstrate that the proposed rectangular patch antenna exhibits good performance in terms of return loss, VSWR, and gain.

KEYWORDS:

HFSS Simulation, Port Feed Technique, Return Loss (S11), VSWR , Antenna Gain

DESİGN AND SİMULATİON OF A RECTANGULAR MİCROSTRİP PATCH ANTENNAFORWİ-FİCOMMUNİCATİON

P C Praveen Kumar
S. Swarna, K. Manasa
K. Meghana, Nandhini
Department of ECE
G.PullaReddyEngineeringCollege(Autonomous):Kurnool,AP,India-518003

Abstract:

This project presents the design and simulation of a compact rectangular microstrip patch antenna intended for Wi-Fi wireless communication applications. The antenna is designed to operate at the 2.4 GHz ISM band and is modelled using ANSYS HFSS. A rectangular microstrip patch configuration is implemented using copper as the radiating element and ground plane, while an FR-4 dielectric substrate with a relative permittivity of 4.4 and thickness of 1.6 mm is employed. The antenna is excited using a microstrip line feed to achieve proper impedance matching. The performance of the antenna is evaluated in terms of return loss, gain, bandwidth, and radiation pattern.

Simulation results demonstrate a return loss better than −15 dB at the operating frequency, with a gain of approximately 3–4 dBi and a stable broadside radiation pattern suitable for indoor wireless communication. The proposed design offers a compact,

low-cost, and easily realizable solution for Wi-Fi applications such as routers, laptops, and wireless access points.

Keywords:

Wi-Fi antenna, microstrip patch antenna, ISM band, HFSS, return loss, radiation pattern

ISARC
INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

DESİGN AND ANALYSİS OF A WİDEBAND MİCROSTRİP PATCH ANTENNA FOR 5G APPLİCATİONS

P C Praveen Kumar,
Paladi Manikanta,
Cirimala Hemanth Kumar,
B.Lakshmi Ranga Reddy,
B.Hari Rama Raju
Department of ECE,
G.Pulla Reddy Engineering College(Autonomous):Kurnool,AP, India-518003

Abstract

This paper presents the design and analysis of a wideband microstrip patch antenna intended for sub-6 GHz 5G communication applications. The proposed antenna is designed and simulated using ANSYS HFSS to achieve wide impedance bandwidth, compact size, and stable radiation performance. The antenna operates over a frequency range of 3.0–5.5 GHz, covering major 5G bands with a center frequency of approximately 4.2 GHz. The antenna is fabricated on an FR-4 substrate with a relative permittivity (εr) of 4.4, thickness of 1.6 mm, and loss tangent of 0.02. The overall antenna dimensions are 50 mm × 45 mm, while the radiating patch dimensions are 28 mm × 34 mm. Simulation results demonstrate good impedance matching with a minimum return loss (S11) of −25 dB and S11 ≤ −10 dB across the operating band. The VSWR remains below 2, indicating effective impedance matching throughout the wideband frequency range. The antenna achieves a peak gain of approximately 7dBi with a radiation efficiency of about 85% and exhibits a stable broadside radiation pattern. Owing to its wide bandwidth, compact structure, and favorable radiation characteristics, the proposed antenna is suitable for 5G sub-6 GHz wireless communication systems, base stations, and user equipment.

Keywords

Wideband Microstrip Patch Antenna,5G Communication, Sub-6 GHz Frequency Band, Impedance Matching, ANSYS HFSS, Return Loss (S11)

DESİGN OF A RECTANGULAR MİCROSTRİP PATCH ANTENNA USİNG HFSS

V.V. Jahnavi Reddy
G. Hima Bindu,
M. Mahitha,
C. Navya
Department of ECE,
G.Pulla Reddy Engineering College(Autonomous):Kurnool,AP, India-518003

Abstract: A compact rectangular microstrip patch antenna operating in the C-band is designed and analyzed using ANSYS HFSS. The antenna is fabricated on an FR-4 substrate with a relative permittivity of 4.4 and a thickness of 1.2 mm. The proposed design employs a rectangular radiating patch of dimensions 15 mm × 18 mm, placed on a 40 mm × 40 mm substrate. A microstrip line feed with a width of 3 mm is used for impedance matching, and the antenna is excited through a wave port. To ensure accurate far-field radiation analysis, a radiation boundary with adequate spacing from the antenna structure is employed. Simulation results demonstrate that the antenna resonates at 6.64 GHz with a return loss of −30 dB, indicating excellent impedance matching. The corresponding voltage standing wave ratio (VSWR) is approximately 1.04, confirming efficient power transfer. The antenna achieves a peak realized gain of about 4.8 dB at the resonant frequency. The compact size, good impedance characteristics, and stable radiation performance make the proposed antenna suitable for C-band wireless communication applications.

Keywords: C-band antenna; FR-4 substrate; HFSS simulation; Microstrip line feed; Impedance matching; Return loss; VSWR; Antenna gain

ANALYZİNG PSYCHOLOGİCAL CHALLENGES AND SOCİO-CULTURAL DYNAMİCS İN BADAKHSHAN

Bibi Sayeda Sayedi
Nasrin Ziayee
Master's Student of department of women and Family.
University:-Ahlul-Bayt International University Tehran.

Abstract:

Badakhshan, a geographically isolated province in Tajikistan, presents a complex tapestry of psychological and socio-cultural challenges that significantly impact the mental health and well-being of its inhabitants. This presentation aims to critically examine the interplay between the scarcity of psychological services, familial pressures, social isolation, the prevalence of forced marriages, and the lack of social support mechanisms, elucidating their collective implications for mental health outcomes in the region.

The deficiency of psychological services in Badakhshan constitutes a significant barrier to effective mental health care delivery. The region is characterized by a shortage of qualified mental health professionals and inadequate health infrastructure, resulting in limited access to essential mental health resources. This scarcity is compounded by prevailing cultural stigmas surrounding mental health, which often deter individuals from seeking necessary interventions. Consequently, untreated psychological disorders proliferate, manifesting in heightened incidences of anxiety, depression, and other mental health conditions, thereby perpetuating a cycle of distress.

Familial pressures exert a profound influence on individual mental health, particularly among women who are frequently subjected to stringent societal norms regarding marital and maternal roles. These culturally ingrained expectations can lead to significant psychological distress, as individuals grapple with the dissonance between personal aspirations and familial obligations. The resultant stressors contribute to diminished self-esteem and increased susceptibility to mental health disorders, underscoring the critical need for interventions that address these socio-cultural dynamics.

Social isolation emerges as a salient issue in Badakhshan, exacerbated by the province's mountainous geography, which limits community engagement and access to supportive social networks. This isolation is particularly pronounced among individuals in forced marriages, a practice that undermines personal agency and autonomy. The psychological ramifications of such coercive arrangements are profound, often resulting in chronic emotional distress, depression, and a sense of hopelessness.

Moreover, the absence of robust social support systems further compounds these challenges, leaving individuals vulnerable during periods of psychological crisis. The lack of community resources and support networks hinders recovery and exacerbates feelings of abandonment and loneliness, ultimately impeding the overall mental health landscape of the region.

In conclusion, addressing the intricate psychological and socio-cultural challenges in Badakhshan necessitates a multifaceted and interdisciplinary approach. This includes enhancing the accessibility and quality of mental health services, fostering resilient community support systems, and challenging and transforming detrimental cultural practices. By prioritizing these domains, stakeholders can facilitate the development of a healthier and more psychologically resilient population in Badakhshan, thereby contributing to broader public health objectives.

ORDİNARY DİFFERENTİAL EQUATİONS-BASED MODELİNG FOR REAL-TİME ENGİNEERİNG AND COMPUTİNG PROBLEMS

[1]Suganthi P,
Mentor, Department of Mathematics
[2]J Dhyanesh (111725102045), [3]Divya B,(111725102046)
Divya Dharshini V(111725102047), [4]Divya P(111725102048), 5Gandavarapu Kamalani Sri(111725102055)
[2,3,4,5]First Year Students, Department Computer Science Engineering
R.M.K. Engineering College, Kavaraipettai - 601206, Tamilnadu, India.

Abstract

Maxima and minima form the foundation of optimization in calculus and play a crucial role in solving real-world problems where best or worst-case solutions are required. This paper explores the applications of maxima and minima in various domains of Computer Science and Engineering. Key areas include optimization of algorithm performance, minimizing execution time and memory usage, tuning parameters in machine learning models, resource allocation in cloud computing, and cost optimization in network routing. The study demonstrates how calculus-based techniques are used to identify optimal points in continuous models that approximate computing systems. Through simple examples and case studies, the paper highlights the importance of maxima and minima in improving efficiency, performance, and decision-making in modern computing applications. The objective is to understand how concepts from differential calculus directly support optimization problems encountered in software and system design.

Keywords: Optimization, Differential calculus, Algorithm efficiency, Resource allocation, Machine learning.

ISARC
INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

Role of Matrices in Modern Computing Applications

[1]Suganthi P,
Mentor, Department of Mathematics
[2]Aarthi I (111725102002), [3]Agalya A (111725102006), Aishwarya S (111725102007)
[4]Ananya R (111725102014)
[2,3,4] First Year Students, Department Computer Science Engineering
R.M.K. Engineering College, Kavaraipettai - 601206, Tamilnadu, India.

Abstract

Matrices form a fundamental mathematical tool in computer science and engineering, enabling efficient representation and manipulation of data in multiple dimensions. This paper presents an overview of the applications of matrices in key areas of Computer Science Engineering, highlighting their role in solving real-world computational problems. The study discusses how matrices are used in computer graphics for geometric transformations such as rotation, scaling, and translation, in machine learning for data representation and model training, and in image processing for filtering and compression. Applications in network analysis, cryptography, and database systems are also explored, where matrix operations help in optimizing performance and ensuring data security. Through simple examples and case studies, the paper demonstrates how matrix algebra enhances algorithm design and computational efficiency. The objective is to provide a practical understanding of how matrix concepts learned in mathematics courses are directly applied in modern computing technologies, thereby bridging the gap between theory and real-world applications.

Keywords: Computer graphics, Machine learning, Image processing, Network analysis, Algorithm design.

Practical Use of Volume Integrals for Material Estimation in Engineering Systems

[1]Suganthi P,
Mentor, Department of Mathematics
[2]Adarsh H (111725106002), [3]Gokul V (111725106007), [4]Jason Sathia (J 111725106011)
[2,3,4] First Year Students, Department of Mechanical Engineering
R.M.K. Engineering College, Kavaraipettai - 601206, Tamilnadu, India.

Abstract

Volume integrals play a crucial role in quantifying three-dimensional physical quantities in engineering and applied sciences. This paper presents a practical framework for applying volume integration techniques to estimate volumes of irregular solids encountered in real-world problems. Emphasis is placed on translating geometric descriptions into suitable integral formulations using Cartesian, cylindrical, and spherical coordinate systems. Several real-time application scenarios are discussed, including estimation of ballast volume in railway tracks, computation of earthwork in excavation and embankment projects, determination of storage capacity of industrial containers, and material quantification in additive manufacturing. For instance, the ballast profile along a railway track is modeled as a triangular prism, and its volume is evaluated using definite integrals. Similarly, a stockpile of construction aggregates approximated as a frustum is analyzed using the prismoidal formula derived from volume integrals. The paper also demonstrates the use of triple integrals to compute the volume of solids bounded by cylinders and planes, highlighting applications in fluid storage and structural design. Numerical examples are provided to illustrate the methodology, and the results are validated against standard geometric formulas and field measurements. The study underscores the effectiveness of volume integrals as a powerful mathematical tool for accurate material estimation and decision-making in civil, mechanical, and industrial engineering applications.

Keywords: Triple integrals, Irregular solids, Real-time applications, Volume estimation.

ROLE OF PROBABİLİTY İN MODERN COMPUTİNG SYSTEMS

[1]Suganthi P,
Mentor, Department of Mathematics
[2]Aashish B L (111725202001), [3]Aswin Sivakumar (111725202004),
[4]Balamurugan B (111725202005)
[2,3,4] First Year Students, Department Computer Science and Business Systems
R.M.K. Engineering College, Kavaraipettai - 601206, Tamilnadu, India.

Abstract

Probability theory provides a mathematical framework for modeling uncertainty and randomness, which are inherent in many computing systems and real-world applications. This paper explores the applications of probability in key areas of Computer Science and Engineering, including algorithm analysis, machine learning and data mining, network reliability, error detection and correction, cybersecurity, and performance evaluation of computer systems. The study highlights how probabilistic models help in predicting system behavior, managing risk, and making informed decisions under uncertainty. Through simple examples such as randomized algorithms, spam filtering, and network failure analysis, the paper demonstrates the practical relevance of probability in modern computing technologies. The objective is to enable how probability concepts learned in mathematics courses serve as essential tools for designing efficient, reliable, and intelligent systems.

Keywords: Stochastic modelling, Randomized algorithms, Machine learning, Network reliability, Risk analysis

REACTİVE SOLUTE TRANSPORT İN SEMİ-İNFİNİTE HETEROGENEOUS AQUİFERS: ANALYTİCAL AND NUMERİCAL SOLUTİONS WİTH PECLET-DEPENDENT DİSPERSİON

Sanjay Kumar[1]
Research Scholar
Department of Mathematics, Sarala Birla University, Ranchi- 835103
Pintu Das[2]
Assistant Professor
Department of Mathematics, Sarala Birla University, Ranchi-835103

Abstract

Accurate prediction of groundwater levels is critical for sustainable groundwater resource management, yet aquifer heterogeneity and spatial–temporal variability in groundwater abstraction pose significant challenges to contaminant transport prediction in semi-infinite heterogeneous formations. This study presents coupled analytical and numerical solutions to the advection–dispersion equation, incorporating zero-order production and linear adsorption in both aqueous and solid phases. The model explicitly accounts for the dependence of the dispersion coefficient on the Peclet number. An initially exponentially decreasing spatial concentration distribution with zero-order production is assumed, while the source concentration at one boundary is prescribed by time-dependent functions and a zero solute flux condition is imposed at the opposite boundary. The analytical solution is derived using the Laplace transform technique, and the numerical solution is obtained using an explicit finite difference scheme. Model performance is evaluated using the root mean square error (RMSE) and the coefficient of determination (R^2). Results indicate that the proposed solute transport framework accurately predicts contaminant concentrations and provides a reliable tool for assessing and managing groundwater quality in heterogeneous aquifer systems.

Keywords: *Heterogeneous, Advection Dispersion, Porosities, RMSE, R^2*

ISARC
INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

THE INFLUENCE OF PRİCE AND PRODUCTİON FACTORS OF DAMAR MATA KUCİNG (*SHOREA JAVANİCA*) ON FARMER INCOME İN PESİSİR BARAT REGENCY

Yuda Ferdiawan[*1], Christine Wulandari[2], Dadang Trianahadi[3], Hari Kaskoyo[4]
1,2,4 Department of Forestry, Faculty of Agriculture, University of Lampung
3 Forest Management Unit, West Coast, Lampung

ABSTRACT

Damar mata kucing (*Shorea javanica*) is one of the leading non-timber forest products that plays an important role in supporting the income of forest-dependent communities in Pesisir Barat Regency. However, fluctuations in selling prices and production costs are presumed to affect farmers' income levels. This study aims to analyze the influence of selling prices and production costs on the income of damar mata kucing farmers in Gunung Kemala Village, Way Krui District, Pesisir Barat Regency. The research was conducted in September 2025 using a survey method involving 30 damar farmers selected through purposive sampling. Data were collected through questionnaires, interviews, and field observations, and analyzed using multiple linear regression. The results show that the selling price has a positive and significant effect on farmers' income, while production costs do not have a significant effect. The coefficient of determination (R^2) of 23.7% indicates that most variations in farmers' income are influenced by other factors outside the research model. These findings suggest that price stability and fair marketing mechanisms are crucial to improving the welfare of damar mata kucing farmers in Pesisir Barat Regency.

Keywords: *damar mata kucing, selling price, production cost, farmer income*

INTRODUCTION

Damar mata kucing (*Shorea javanica*) is a non-timber forest product with high economic value and one of Indonesia's export commodities (Wulandari *et al*., 2023). Despite its important role, farmers often face significant challenges in accessing fair markets and obtaining reasonable profits for their agricultural products. One of the main problems faced by farmers is unfairness in the sale and purchase of agricultural products, especially those involving collectors or middlemen (Rosanti, 2025). Therefore, farmers do not have many other options in selling their crops; they are forced to accept the prices set by collectors even though these prices are

detrimental (Prihatini *et al*., 2021). As a result, many farmers find it difficult to increase their income and improve their welfare (Purwanti, 2020).

The cause of the decline in public interest in managing damar resin is the decline in the price of damar resin (Nur'aini *et al*., 2020). Unpredictable price fluctuations can cause uncertainty in farmers' financial planning (Rajagukguk *et al*., 2018). Work in damar resin management can be seen from the types of work that can generate income from damar resin. A person can have ownership rights to damar resin in three ways, namely through inheritance, clearing their own land, or purchasing damar resin. Another impact of damar resin is that it makes a positive contribution to farmers (Oktarina *et al*., 2022).

Many farmers experience difficulties in meeting their daily needs due to low prices (Sri *et al*., 2023). Hanifah *et al*. (2020) mentioned in their research that in some areas, repong damar has greatly decreased. Over the past few years, many people have sold their land or converted it into seasonal plantations. Most of the damar trees on the West Coast have been cut down, especially over the past 15 years. One of the main reasons is the low and declining price of damar resin (Gilbert 2017). If this condition continues, damar production in Indonesia could decline significantly. This could result in the loss of export potential and a decline in the contribution of the resin sector to the national economy. By understanding these dynamics, it is hoped that more effective solutions can be found to improve the overall welfare and sustainability of farmers (Faried *et al*., 2024).

PURPOSE

1. To analyze the effect of selling price on the income of cat's eye resin farmers in Gunung Kemala Village, Way Krui District, West Pesisir Regency.
2. To analyze the effect of production costs on the income of farmers in Gunung Kemala Village, Way Krui District, West Pesisir Regency..

METHOD

his research was conducted in September 2025, in Gunung Kemala Village, Way Krui District, West Pesisir Regency, Lampung Province, using *random sampling*, considering that Gunung Kemala Village is one of the largest producers of cat's eye resin (*Shorea javanica*) in Way Krui District. The tools used in this study were stationery, laptops, mobile phones, and voice recorders, and the materials used in the study were interview question guides related to the influence of quality, price, and production factors of cat's eye damar (*Shorea javanica*) on

farmers' income in Pesisir Barat Regency. Respondents numbered 30 people who were selected using random sampling techniques, with the following criteria: Active farmers who have been tapping for at least the last two years, have damar repong land, and sell damar products regularly. This method is effective when applied to a homogeneous population, namely a population with similar characteristics among its elements, so that the sample taken can describe the population as a whole even though its size is relatively small. This aims to ensure that the sample taken can represent the population fairly without bias (Amanta *et al*., 2025).

RESULTS AND DISCUSSION

The characteristics of the respondents analyzed included age, education level, length of time as a damar resin farmer, monthly income, and area of land managed.

Table 1. Characteristics of Respondents Based on Age

No	Age Group (Years)	Number (People)	Percentage
1	30-50	24	80
2.	51-60	6	20
	Total	30	100

Source: Data processed with IBM SPSS Statistics, 2025

Based on the results of the study, it is known that the number of respondents in the productive age group of 35–50 years was 24 people, with a percentage of 80%. Meanwhile, respondents were classified as being in the non-productive age group, numbering 6 people, with a percentage of 20%. These respondents in the non-productive age group were all damar farmers.

Table 2. Characteristics of Respondents Based on Education Level

No	Education Level	Number (People)	Percentage
1	Elementary	3	10
2	Junior High School	6	20
3	High School	21	70
	Total	30	100

Source: Data processed using IBM SPSS Statistics, 2025

Based on Table 2 above, it can be seen that the educational level of respondents is dominated by high school graduates, namely 21 people or 70% of the total respondents. Meanwhile, there are 6 respondents (20%) who have junior high school education and 3 respondents (10%) who only have elementary school education. This shows that most damar farmers in Gunung Kemala Village have completed secondary education.

Table 3. Characteristics of Respondents Based on Length of Time as Farmers

No	Experience Category	Year Range	Number (People)	Percentage
1	Beginner	<10 years	4	13.3
2	Intermediate	10-20 years	10	33.3
3	Experienced	>20 years	16	53.3%
	Number		30	100

Source: Data processed using IBM SPSS Statistics, 2025

Based on the results in Table 3 above, it shows that most respondents are in the experienced category (>20 years) with a percentage of 53.3%. The intermediate category (10 – 20 years) accounts for 33.3%, indicating that a significant number of farmers are still in the process of strengthening their experience. The beginner category (<10 years) only accounts for 13.3%, indicating that the regeneration of damar farmers is still relatively low.

Table 4. Characteristics of Respondents Based on Monthly Income

No	Income Category	Range (Rp)	Number (People)	Percentage
1	Low	<1,000,000	11	37
2	Medium	1,000,000-2,000,000	17	56
3	High	>2,000,000	2	7
	Number		30	100

Source: Data processed using IBM SPSS Statistics, 2025

Based on Table 4 above, it can be seen that most respondents are in the middle income category, namely 17 people or 56%. This shows that the majority of damar farmers earn between IDR 1,000,000 and IDR 2,000,000 per month. A total of 11 respondents (37%) fall into the low income category, earning less than IDR 1,000,000 per month. Meanwhile, only 2 respondents (7%) fall into the high income category, earning more than IDR 2,000,000 per month.

Table 5. Characteristics of Respondents Based on Land Area

No	Land Area	Number (People)	Percentage
1	Small (<1 ha)	5	16.6
2	Medium (1 ha)	15	50.0
3	Large (1-2 ha)	8	26.7
4	Very large (>2 ha)	2	6.7
Total	30	100	Total

Source: Data processed using IBM SPSS Statistics, 2025

Based on Table 5 above, it can be seen that most respondents fall into the medium land area category (1 ha), totaling 15 people or 50% of the total respondents. A total of 8 respondents or 26.7% fall into the large land area category (>1–2 ha). Meanwhile, there are 5

respondents or 16.7% who have small land areas (<1 ha). The very large land category (>2–3 ha) is the group with the fewest respondents, namely only 2 people or 6.7%. The results of this study indicate that most damar farmers manage medium-sized land areas, namely around 1 hectare.

Multiple Linear Regression Test

Table 6. Results of Multiple Linear Regression Test

Coefficients[a]						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
		B	Std. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constant)	9,891	9,710		1,019	.318
	Selling Price	.738	.276	.496	2,678	.013
	Production Costs	-.053	.236	-.041	-.225	.824

Dependent Variable: Damar Farmers' Income

Source: Data processed using IBM SPSS Statistics, 2025

Variable X1 (Selling Price)

a. Coefficient X_2 = 0.738, This indicates that the two variables have a positive relationship. It can be concluded that if the Selling Price variable increases by one unit, the Farmer Income variable also increases by 0.738. Farmer income is greatly influenced by the instability of resin prices as well as weather conditions and the flowering season of resin trees. In line with the research by Nugroho *et al*. (2025), prices at the farmer level tend to be uncertain and often change following market dynamics, so that farmer income is highly dependent on the selling price at the time of harvest. The production process cannot be carried out consistently throughout the year because it is highly influenced by climatic conditions. During continuous rainy seasons, the sap produced by trees tends to decrease due to high humidity levels that inhibit the sap flow process. Conversely, during long dry seasons, trees experience water shortages, causing sap production to decrease and its texture to become too dry. In addition to climatic factors, the flowering season also plays an important role in resin production. Trees do not always produce the maximum amount of resin in each period, but rather follow the flowering season cycle (Seno, 2015). These conditions have a direct implication on the relationship between harvest, price, and income. When production is abundant but the selling price is low, farmers' income still declines. Conversely, when selling prices increase but production is low due to unfavorable weather or flowering season, income is also not optimal (Arrasyid, 2021). Even in periods when

resin prices are high, there are additional social impacts in the form of an increased risk of resin theft in plantations or resin repong. Syafnil *et al*. (2022) show that this condition occurs because the economic value of resin increases, triggering the interest of irresponsible parties to take resources illegally. This is in line with Kurniawan *et al*. (2021) that the price of resin can affect the income level of farmers; the higher the selling price, the higher the income level of resin farmers.

Variable X2 (Production Costs)

b. Coefficient X_4= -0.053, indicating that the Production Cost variable (X2) has a negative effect on Farmer Income (Y). This result shows that the amount of production costs incurred by farmers does not directly determine the amount of income earned. This condition occurs because in farming, production costs are generally not used to directly increase productivity, but are mostly allocated for operational needs such as the purchase of tapping tools, simple maintenance costs, or payment of labor for farmers who do not tap themselves (Arrasyid *et al*., 2021). Sudiyarti *et al*. (2024) show that although production costs are significant, they do not mechanically determine income levels. Production cost expenditures are more supportive of operational activities than of encouraging increases in yield or quality of damar resin. Gita and Ratih (2023) specifically note that increases in production costs do not proportionally increase production yields, with production increases not commensurate with cost escalations. As a result, increased production costs do not necessarily increase farmers' production or income. In some cases, increased costs only add to expenses without being followed by increased revenue because selling prices and crop yields are much more influenced by other factors such as weather conditions, flowering seasons, and market price fluctuations (Sudiyarti *et al*., 2024). Therefore, the variable of production costs is not a determining factor in increasing the income of damar farmers in Gunung Kemala Village, Way Krui District, West Pesisir Regency. Pariasa and Hardana (2024) mention that even though various production factors (agricultural inputs) are taken into account, access to financing and commodity price fluctuations are the main obstacles to increasing farmers' income.

Table 7. Results of the Simultaneous Test (F-Test)

ANOVA[a]				
Model		Df	F	Sig.
1	Regression	2	1.938	.135[b]
	Residual	15		
	Total	17		

Source: Data processed with IBM SPSS Statistics, 2025

Based on Table 7 F Test above, it is known that the independent variables of Selling Price (X1), Production Costs (X2) affect Farmer Income (Y) in Gunung Kemala Village, Way Krui Subdistrict, West Pesisir Regency. The F value obtained is 1.938 with a significance of 0.135 because the significance value is greater than 0.05 (0.000 < 0.05), so it can be concluded that the independent variables simultaneously have no significant effect on the dependent variable. In line with the research by Ma'aruf *et al*. (2025), the pattern of forest resource utilization by the community is still mostly in the form of repong damar utilization. The economic condition of repong damar farmers is reflected in the low per capita income of the population in Pesisir Barat Regency.

Table 8. Results of the Coefficient of Determination Analysis (R^2)

Model Summary[b]				
Model	R	R Square	Adjusted R-Square	Standard Error of the Estimate
1	.487[a]	.237	.115	2.69487

Source: Data processed using IBM SPSS Statistics, 2025

Based on Table 8, the test results above show that the R Square (R^2) value is 0.237 or 23.7% (0.237 x 100). This indicates that the independent variables used in this study, namely Selling Price (X1), Production Costs (X2), influence Farmer Income (Y) by 23.7%, while the remaining 76.3% is influenced by other factors or variables not included in this study.

CONCLUSION

Based on the analysis of the conclusions obtained after conducting this study, the following can be stated:

1. Selling price has a positive and significant effect on farmer income. This means that when the price of resin increases, farmer income increases. This finding shows that price is the most decisive economic factor for the welfare of cat's eye resin farmers.
2. Production costs do not have a significant effect on farmers' income. Production costs do not have a direct impact on income because the majority of costs incurred are only operational (tapping tools, labor, transportation), not those that increase production volume

or product quality.

REFERENCES

Amalia, F., Wahab, A., Masse, R. A. 2023. Fair pricing mechanisms *Journal of Economic, Public, and Accounting* (*JEPA*). 5(2): 154-163.

Amanta, M. R. A. P., Susanto, J., Anggraini, V., Harvanny, K., Manogari, T. D., Irawati, F. D., Sitinjak, M. A. 2025. Analysis of the influence of motivation and work discipline on lecturer performance at the Sumatra Institute of Technology using the Multiple Linear Regression Method. *In Proceedings of the National Seminar on Science and Technology "SainTek"*. 2(1): 369-378.

Arrasyid, A. R. 2021. The influence of production costs and selling prices on farmers' income. Paper Knowledge. *Toward a Media History of Documents*. 86-103.

Aznur, T. Z., Hasibuan, M. F. A., Wahyuni, R., Ginting, H. 2024. Food supply chain network analysis of smallholder palm oil in Langkat Regency. *Agrisaintifika*: *Journal of Agricultural Sciences*. 8(2): 382-394.

Faried, A. I., Hasanah, U., Siregar, K. H., Hutagalung, J. A. 2024. Increasing agricultural productivity through technology adoption: A case study of the role of millennial farmers in the implementation of agricultural innovation in Pamah Simelir Village. *Senashtek*. 2(1): 81-88.

Ghozali. *Application of Multivariate Analysis Using IBM SPSS 23* (8th Edition). 8th Edition. University of Diponegoro Press. Semarang.

Gilbert, DE. 2017. Capitalist pressure and the rise and fall of Krui agroforestry in Sumatra. *Human Ecology in Indonesian*. 4(5): 711–717.

Gita, r., and Ratih, a. s. 2023. Analysis of production costs in supporting profit effectiveness at PT. Ferdinand Mandiri. Profit. *Journal of Management, Business and Accounting Founders*: AMNI Maritime University Semarang. 2(1): 107-113.

Hanifah, N., Hendra, K., Nurlaela, S. 2020. The influence of current ratio, debt to equity ratio, total asset turnover, and managerial policy on profit growth. *OIKOS*: *Journal of Economic Education and Economic Science Studies*. 4(1): 1-10

Hidayati, L. N., and Sugiyono, S. 2018. The influence of price, trust, security, and risk perception on the decision to purchase Nike shoes through Instagram. *Journal of Management Science and Research* (*JIRM*). 7(11).

Kurniawan, E., Jadid, N. 2015. The Use Value of Plant Species as Traditional Medicine by the Tengger Community in Ngadisari Village, Sukapura District, Probolinggo Regency, East Java. *Journal of Science and Art ITS*. 4(1): 1-3

Lenaini, I. 2021. Purposive sampling and snowball sampling techniques. *Journal of* . 6(1): 33- 39.

Mardiatmoko, G. 2020. The importance of classical assumption testing in multiple linear regression analysis (case study of the formulation of the allometric equation for young canary trees [*Canarium indicum* L.]). *BAREKENG*: *Journal of Mathematics and Applied Sciences*. 14(3): 333-342.

Nur'aini, H., Zuhud, E. A., Sunarminto, T. 2020. Conservation of Damar Mata Kucing (*Shorea javanica*): A review on the Aspect of Trade System. *Journal of Tropical Forest Management*. 26(3): 316-316.

Nugroho, F. W., Handrian, M. F., Khaikal, M., and Malik, A. 2025. The effect of price on the supply of agricultural products in Indonesia. *Al-A'mal*: *Journal of Sharia Business Management*. 2(1): 59-67.

Oktarina, N., Nopianti, H., Himawati, I. P. 2022. Local wisdom in the management of Repong Damar Pekon Pahmungan, Pesisir Tengah District, Pesisir Barat Regency, Lampung.*Satw*: . 6(1): 73-91.

Pariasa, II, and Hardana, AE. 2024. The impact of agricultural production factors on the income of horticultural farmers in East Java. *HABITAT*. 35(1): 19-30.

Prihatini, S. K., Khalidin, B., Fauzan, F. 2021. Non-cash sales transactions between fish farmers and traders in the perspective of bai'al-dain contract: A study in Nurussalam District, East Aceh. *Al-*

Mudharabah: *Journal of Sharia Economics and Finance*. 2(2): 16-26.
Purwanti, T. 2020. Farmers, land, and development: The impact of land conversion on farmers' economic livelihoods. *Umbara*. 3(2): 95-104.
Rajagukguk, C. P., Febryano, I. G., Herwanti, S. 2018. Changes in plant species composition and planting patterns in damar agroforestry management (*The Change of Plant Species Composition and Plant Pattern on Management of Damar Agroforestry*). *Journal Sylva Lestari*. 6(3): 18-27.
Ritonga, A., Saragih, E. L., Purba, G. A., Pandiangan, P. P. S., Damanik, R. N., Al Azmi, F. 2025. Application of normal distribution in measuring the height of FMIPA students at Medan State University 2024. *Bilangan*: *Journal of Mathematical , Earth and Space*. 3(2): 39-53.
Rosanti, D. A. 2025. Legal protection for farmers in selling agricultural products at prices set by collectors. *Journal of Multidisciplinary Inquiry in Science, Technology and Educational Research*. 2(2): 3167-3174.
Rosita, E., Hidayat, W., Yuliani, W. 2021. Testing the validity and reliability of a prosocial behavior questionnaire. *FOKUS*: *Guidance and Counseling Studies in Education*. 4(4): 279-284.
Sri, W., Ikhwan, I., Fahmi, K. 2023. The dynamics of rubber farmers' lives in Pekan Tebih Village, Kepenuhan Hulu District, Rokan Hulu Regency. *Jurnal Perspektif*. 6(4): 384- 392.
Sudiyarti, N., Rachman, R., Sutrisno, E., Rahayu, S. 2024. The Analysis of Production on Farmers' Income. *Entrepreneur*: *Journal of Business Management and Entrepreneurship*. 5(3): 432-439.
Wulandari C, Budiono P, and Iswandaru D. 2021. Importance of Social Characteristics of the Community to Support Restoration Programs in Protected Forests. Indonesian *Journal of Forestry Research*. 8 (2): 173 – 186.
Wulandari C, Rahmawaty, Putra ETS, Isnurdiansyah, Rahayu S. 2023. *Damar Mata Kucing Agroforestry in Lampung and Kemenyan Agroforestry in North Sumatra: Local wisdom that supports the sustainability of community livelihoods and the environment*. Agroforestry Catalog Series of the Archipelago Volume 1. In. Budiadi, Manurung GES, eds. Bogor, Indonesia: World Agroforestry (ICRAF) 180 p.
Wulandari, C., Erdian, Z., Latifah, L. N., Fadli, N. A., Kurniawan, V. A. T., Adinda, A. R., Sari, D. R. 2023. Improving community understanding of alternative marketing for Damar Mata Kucing (*Shorea javanica*): A case study of Pahmungan and Pajar Bulan villages, West Lampung. Repong Damar: *Journal of Forestry and Environmental Service*. 2(1): 24-34.

DEVELOPMENT OF AN ELECTROCHEMİCAL BİOSENSOR FOR THE TREATMENT OF SCALİNG İN THE PRESENCE OF HERNİARİA HİRSUTA

Youness Tahiri[1]*, Hassan Haddouchy[2], Mustapha Oukbab[1], Salah Eddine El Qouatli[2], Rachida Najih[1] and Abdelilah Chtaini [1]
[1]Electrochemistry and Molecular Inorganic Materials Team, Faculty of Sciences and Technology, Sultan Moulay Slimane University, Mghilla Campus, Beni Mellal, Morocco.
[2]Physical Chemistry, Electrochemistry and Environment Team, Moulay Ismail University, Faculty of Sciences and Technology, B.P. 509, Boutalamine, Errachidia,Morocco

ABSTRACT

The formation of calcium carbonate ($CaCO_3$) scale presents a significant challenge in various industrial systems, impairing efficiency and increasing maintenance costs. In pursuit of environmentally friendly solutions, this study investigates the chelating potential of Herniaria hirsuta extract a plant known for its rich phytochemical profile against Ca^{2+} ions, using an electrochemical approach. A natural phosphate-modified carbon paste electrode (NPM-CPE) was developed and characterized via cyclic voltammetry (CV), square wave voltammetry (SWV), and electrochemical impedance spectroscopy (EIS). The NPM-CPE sensor demonstrated enhanced electrochemical performance and clear detection of Ca^{2+} ions through defined redox peaks. Upon introduction of the Herniaria hirsuta extract, these signals were significantly attenuated, indicating effective complexation and chelation of calcium ions. The EIS results further confirmed this interaction by showing increased electron transfer resistance in the presence of the plant extract. These findings highlight the potential of Herniaria hirsuta as a green, cost-effective agent for scale prevention and underscore the synergy between natural resources and electrochemical sensing technologies for sustainable industrial applications.

Keywords: Herniaria hirsuta, Ca^{2+} chelation, scale inhibition, electrochemical sensor, NPM-CPE, voltammetry, EIS, green chemistry.

HUMAN RESOURCE MANAGEMENT AS A STRATEGİC DRİVER OF SUSTAİNABLE BUSİNESS GROWTH

Dr.Venet Shala[1] **Dr.Demir Lima**[2] **Mr.sc.Halil Hasani**[3]
[1]Faculty of Economics, University of Prizren "Ukshin Hoti" Prizren, Kosovo
[2] Faculty of Economics, University of Prizren "Ukshin Hoti" Prizren, Kosovo
[2] Faculty of Economics, University of Prizren "Ukshin Hoti" Prizren, Kosovo

Abstract

Human resource strategy represents one of the key components of modern management, playing a decisive role in business growth and sustainability in an increasingly competitive environment. This paper aims to analyze the importance of human resource strategy and its impact on organizational performance and business growth. Particular attention is paid to the relationship between strategic human resource management practices—such as recruitment and selection, competency development, performance management, motivation, and reward systems—and the achievement of long-term business objectives. The paper argues that aligning human resource strategy with overall business strategy contributes to increased productivity, innovation, and sustainable competitive advantage. Through an analytical approach and a review of relevant literature, the study emphasizes that human capital should not be viewed merely as an operational cost, but rather as a strategic asset that generates sustainable value for the organization. In conclusion, the study highlights that organizations investing in effective human resource strategies are better equipped to respond to market changes and to ensure long-term sustainable growth.

Keywords: strategic human resource management; human capital; business growth; sustainability; organizational effectiveness

In-VİTRO ANTİCANCER POTENTİAL OF ETHANOLİC EXTRACT OF CAMELLİA SİNENSİS LEAVES ON CERVİCAL CANCER (HELA) CELLS

Mrs.E.Elavarasi[1,*], J.Jayadurka[2], Ardhrasunil[2], Sudharsan.C[2], Karthik.S[2]
[1]Assistant professor, Faculty of pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai-73, India.
[2]Student, Faculty of pharmacy, Bharath Institute of Higher Education and Research, Chennai-73, India.

Abstract:

Cervical cancer remains one of the leading causes of cancer-related mortality among women worldwide, necessitating the exploration of safer and more effective therapeutic agents. Natural products derived from medicinal plants have gained significant attention due to their bioactive compounds and reduced side effects. *Camellia sinensis* (tea plant) leaves are rich in polyphenols, flavonoids, and catechins, which are known for their potent antioxidant and anticancer properties. The present study aimed to evaluate the in-vitro anticancer potential of ethanolic extract of *Camellia sinensis* leaves against cervical cancer (HeLa) cells.The dried leaves of *Camellia sinensis* were subjected to ethanolic extraction, and preliminary phytochemical screening was performed to identify major bioactive constituents. The cytotoxic activity of the extract was assessed using the MTT assay on HeLa cell lines at various concentrations. Morphological changes in treated cells were observed under an inverted phase-contrast microscope to assess cell death characteristics. The results demonstrated a dose-dependent reduction in cell viability, indicating significant cytotoxic effects of the ethanolic extract on HeLa cells. The observed anticancer activity is attributed to the presence of polyphenolic compounds, particularly catechins, which are known to induce apoptosis, inhibit cell proliferation, and modulate oxidative stress pathways.The findings of this study suggest that *Camellia sinensis* leaf extract exhibits promising anticancer activity against cervical cancer cells and may serve as a potential natural therapeutic agent. Further studies involving mechanistic evaluation and in-vivo models are required to validate its efficacy and safety for clinical application.

Keywords: *Camellia sinensis*; Cervical cancer; HeLa cells; Ethanolic extract; Anticancer activity

REWRİTİNG AUTHORSHİP: ARTİFİCİAL INTELLİGENCE AND THE FUTURE OF LİTERARY IMAGİNATİON

Yawer Ahmad Mir
PhD, English
School of Languages
DAVV Indore, MP

Sadaf Mushtaq Nasti
Research Assistant
University of Kashmir
South Campus

Abstract: The rapid advancement of Artificial Intelligence has begun to transform not only scientific and technological domains but also the field of literature and literary studies. This paper explores the evolving relationship between Artificial Intelligence and English literature with a particular focus on questions of authorship, creativity, and textual meaning. Traditionally, literary creation has been understood as an exclusively human act shaped by imagination, emotion, and cultural experience. However, the emergence of AI-generated narratives challenges this long-held assumption.

Drawing upon concepts from digital humanities and literary theory, this study examines how AI disrupts conventional ideas of the author and the reader. Through a critical analysis of selected AI-assisted texts and contemporary literary debates, the paper investigates whether creativity can be redefined as a collaborative process between human and machine. It also reflects on ethical and cultural concerns such as originality, authenticity, and the future role of writers in a technologically mediated world.

By situating AI within the broader discourse of English studies, this paper argues that Artificial Intelligence should not be viewed merely as a threat to literary creativity but as a new site for critical inquiry. The study highlights the need for English scholarship to engage actively with emerging technologies in order to remain relevant in the digital age. This research contributes to ongoing discussions in digital humanities by opening new perspectives on literature, creativity, and human expression in the era of intelligent machines.

Keywords: Artificial Intelligence, English Literature, Machine Learning, Narrative Analysis, Technology and Humanities, Literary Interpretation

DİGİTAL HUMANİTİES AND THE CHANGİNG LANDSCAPE OF ENGLİSH LİTERARY STUDİES

Sadaf Mushtaq Nasti
Research Assistant
University of Kashmir
South Campus

Yawer Ahmad Mir
PhD English
School of Languages
DAVV Indore, MP

Abstract: Digital Humanities has emerged as a significant interdisciplinary field that reshapes traditional approaches to literature and cultural studies. This paper examines how digital tools and methodologies influence the study of English literature in the contemporary academic landscape. The integration of technology into humanities research has transformed practices such as textual analysis, archiving, and interpretation, enabling scholars to engage with literary texts in new and innovative ways.

The study focuses on the intersection of literary criticism and digital methods, highlighting how computational analysis, digital archives, and online platforms expand access to texts and reshape reading practices. By analyzing selected examples from digital literary projects, this paper explores how digital humanities challenge conventional close reading while complementing it with large-scale textual analysis.

The paper also addresses critical concerns surrounding digital humanities, including questions of accessibility, academic inequality, and the potential loss of interpretative depth. Rather than replacing traditional literary methods, digital humanities offers a hybrid approach that combines human interpretation with technological efficiency.

This research argues that digital humanities represents a crucial evolution in English studies, enabling scholars to respond effectively to the demands of a rapidly digitizing world. The paper concludes that embracing digital humanities allows literature departments to remain culturally relevant while preserving the core humanistic values of interpretation, empathy, and critical thinking.

Keywords: Digital Humanities, Artificial Intelligence, Literary Studies, Text Analysis, Algorithmic Reading, Computational Criticism

BEHAVIOURAL PATTERNS OF INTERNET ADDICTION AMONG TEENAGERS IN NIGERIA

Udevbure, Bola Khadijat*, Musah Khadijat Toyin, Adekola S.A, Bakare Mustapha Umar, Sodiq Adetunji Adekola.
Centre for Health Systems Support and Development, Faculty of Nursing and Allied Health Sciences, University of Abuja.

Internet addiction, characterized as problematic internet use, represents an escalating public health concern among teenagers who exhibit developmental vulnerability to behavioural addictions. In Nigeria, rapid digital expansion, increased smartphone accessibility, and heightened internet dependence following COVID-19 have intensified adolescent exposure to online platforms. Despite growing prevalence evidence, limited research examines specific behavioural patterns through which internet addiction manifests among Nigerian teenagers.

This review investigates behavioural patterns of internet addiction among Nigerian adolescents, identifying common manifestations of excessive internet use, examining socio-demographic and environmental determinants, assessing impacts on academic performance, mental health, and social relationships, and proposing evidence-based prevention and management strategies. Employing a descriptive public health approach, the study synthesizes empirical literature from Nigeria and comparable contexts regarding adolescent internet use patterns.

Findings reveal that behavioural manifestations include compulsive internet use, loss of control, withdrawal symptoms, tolerance development, academic neglect, sleep disturbances, social withdrawal, and emotional dysregulation. Socio-demographic factors, including age, gender, and urban residence, alongside environmental influences such as family functioning, parental supervision deficits, peer pressure, and school environment, consistently associate with problematic internet use. Internet addiction demonstrates significant negative effects on academic achievement, psychological well-being, and interpersonal relationship quality among Nigerian teenagers.

This study emphasizes the urgent need for multi-level, evidence-based interventions engaging families, educational institutions, mental health professionals, and policymakers to promote healthy internet behaviours among adolescents. Addressing internet addiction behavioural patterns is critical for safeguarding adolescent mental health, supporting positive developmental trajectories, and ensuring adolescent well-being in Nigeria's rapidly digitalizing society, where teenagers face unprecedented online exposure and associated risks.

Keywords: Internet addiction, Adolescents, Behavioural patterns, Problematic internet use, Mental health, Digital health

MULTİSECTORAL BİOTECHNOLOGİCAL APPLİCATİONS OF BACTERİOPHAGES İN COMBATİNG ANTİMİCROBİAL RESİSTANCE

Harshita Marwal[1]*, Dr. Swati Joshi[2], R. Y. Hiranmai[3]

[1] PhD Scholar, School of Environment and Sustainable Development, Central University of Gujarat, Vadodara, Gujarat, India

[2] Scientist-C, ICMR–National Institute of Occupational Health, Ahmedabad, Gujarat, India

[3] Professor, School of Environment and Sustainable Development, Central University of Gujarat, Vadodara, Gujarat, India

Abstract

The worldwide increase in antimicrobial resistance (AMR) poses significant risks to public health, food safety, and the sustainability of ecosystems. Antibiotic-resistant bacteria (ARB) and antibiotic resistance genes (ARGs) are widely distributed across clinical, agricultural, aquatic, and industrial environments due to the excessive and inappropriate use of antibiotics and chemical agents. The declining efficacy of conventional antimicrobial strategies highlights the urgent need for sustainable and targeted alternatives. Bacteriophages—viruses that specifically infect and lyse bacteria—have emerged as eco-friendly, highly specific, and self-amplifying biological agents with diverse applications. This review explores the multisectoral biotechnological applications of bacteriophages in clinical therapy, food safety, agriculture, aquaculture, environmental monitoring, and biotechnology. It highlights their roles in combating multidrug-resistant pathogens, disrupting biofilms, improving food hygiene, enhancing biosensing platforms, and enabling targeted drug and vaccine delivery. Recent advances in phage engineering and phage display technologies have further expanded their functional scope. Integrating bacteriophage-based approaches within a One Health framework offers a promising strategy to mitigate AMR while maintaining ecological balance. This review provides a comprehensive overview of bacteriophages as sustainable tools to address the global AMR crisis across multiple sectors.

Keywords: Bacteriophages; Phage therapy; Antimicrobial resistance; Biotechnological applications; Biofilms; One Health

The Word "Communications" in the International Human Rights Treaties Adopted by the UN General Assembly and Its Bulgarian Translation

Assoc. Prof. Gergana Gozanska
PhD, Law Faculty, Plovdiv University, BULGARIA

Abstract:

The subject of this study is an analysis of the Bulgarian translation of the word "communications" contained in the international human rights treaties adopted by the UN General Assembly. The object of research is the contradictions in the translation into Bulgarian of the word "comminications". The study sets the goal to highlight the existing inconsistencies in the translation of the word "communications" in the international human rights treaties adopted by the UN General Assembly, to which Bulgaria is a party. To achieve this goal, this study sets the following tasks: to analyze the Bulgarian translation of the word "communications", to make a comparison between them and to indicate the existing contadictions. The conclusion is made that a discrepancy in the translation of the word "communications" into Bulgarian is found in many international treaties. These include: the International Covenant on Civil and Political Rights, its Optional Protocols, the Convention Against Torture and Other Cruel, Inhuman or Degrading Treatment or Punishment, the International Convention on the Elimination of All Forms of Racial Discrimination, the Optional Protocol to the Convention on the Elimination of All Forms of Discrimination against Women.

ISARC
INTERNATIONAL SCIENCE AND ART RESEARCH CENTER

THE IMPACT OF THROMBOCYTOPENIA IN PREGNANT WOMEN DIAGNOSED WITH THROMBOPHILIA

Loichita Adrian[1], Samfireag Miruna[1],
Oros Dacian[1], Mirica Nicoleta
Petre Izabella[1], Petre Ion[1]
[1]University of Medicine and Pharmacy "Victor Babes" Timisoara, Romania
[2]West university of Timisoara,Physical Education and Sport Faculty, Romania

Introduction: Thrombocytopenia in pregnant women may result from a number of diverse etiologies. While some of these are not associated with adverse pregnancy outcomes, others are associated with substantial maternal and/or neonatal morbidity and mortality. However, specific therapies, if instituted promptly, may significantly improve the outcomes of affected patients and their offspring. Since the clinical features of many of these disorders often overlap, identifying a specific cause of thrombocytopenia in a pregnant patient may be difficult. However, through familiarity with the more common clinical and laboratory features of each of these disorders, accurate diagnosis may be achieved, and appropriate treatment instituted in most cases.

Material and methods: In this study the data were collected using the Microsoft Excel data and the statistical analysis was made in SPSS. The study sample contains 131 patients who were diagnosed with thrombophilia in early pregnancy.

Results and discussion: In maintaining the haemostatic balance coexists procoagulant factors, anticoagulants, system fibrinolytic inhibitor, which, by activating them, leads to formation of fibrin clot and eventually dissolving it. The platelet count is very important in pregnant women. Thus, we considered necessary to realize a descriptive statistic on the numerical variable: platelet number. We calculated the measures of central tendency, and plotted the histogram of this variable. The sample volume in this case is 113, because only 113 of 131 pregnant women carried their babies to full term.

Conclusions: Pregnancy is a hypercoagulable state. There is an increasing of coagulant factors, a reduction in endogenous anticoagulants and an inhibition of fibrinolysis. In research on thrombophilia, the accurate evaluation of hemostatic function is very important. Hemostasis is defined as a "balance hemostatic", a terminology that refers to a broad range of physiological mechanisms designed to maintain blood flow within the vascular system, and to prevent excessive blood loss as a result of injury to the vessel wall or endothelial dysfunction.

Key words: thrombocytopenia, pregnancy, thrombophilia

PERAN PENYULUH KEHUTANAN DALAM MENDUKUNG PENINGKATAN PENDAPATAN MASYARAKATA SEKITAR HUTAN (STUDY KASUS TAMAN HUTAN RAYA WANABDULRACHMAN)

THE ROLE OF FORESTRY EXTENSION WORKERS IN SUPPORTING THE INCOME INCREASE OF COMMUNITIES AROUND THE FOREST (CASE STUDY OF WAN ABDULRACHMAN FOREST PARK AREA)

Farhad Maryan Saputra1, Christine Wulandari1, Pitojo Budiono2, Eny Puspasari3
1Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Indonesia
2
Ilmu Pemerintahan, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Lampung, Indonesia
3Taman Hutan Raya Wan Abdulrachman, Indonesia

ABSTRACT.

Communities residing around forest areas generally have a high level of dependence on forest resources as the main support for fulfilling their livelihoods. Under these conditions, forestry extension officers play a strategic role as educators, facilitators, innovators, supervisors, and evaluators, functioning to assist communities and act as agents of change in promoting the sustainable utilization of forest potential while bridging communities with various government policy programs. This study aims to examine the role of forestry extension officers in supporting income improvement among forest-adjacent communities in the Wan Abdulrachman Forest Park area, as well as to identify the role that provides the most dominant contribution. The research was conducted from October to November 2025 in Cilimus Village using a quantitative approach. Data were collected through questionnaires administered to 30 respondents selected using a simple random sampling method. The collected data were analyzed using multiple linear regression and hypothesis testing through F-tests and t-tests. The results show that, simultaneously, all roles of forestry extension officers do not have a significant effect on increasing community income. Partially, the supervisory role of forestry extension officers shows the largest and most significant contribution, with a coefficient value of 0.258, indicating that communities with lower levels of education and limited land ownership tend to respond more positively to technical supervision and direct field assistance than to educational or innovative approaches that are more conceptual in nature.

Keywords: Forestry extension workers; Community income; Wan Abdulrachman Forest Park area; Role of extension workers;

study OF TIN OXIDE THIN FILMS DEPOSITED BY ULTRASONIC SPRAY PYROLYSIS FOR ENHANCED PHOTOVOLTAIC APPLICATIONS

Sabrina Roguai[1*]
[*1] 0000-0002-0767-0846, Abbes Laghrour university, Faculty of sciences and technology, Dept. science of the matter, khenchela, Algeria

Abstract

SnO_2 thin films were successfully deposited using the ultrasonic spray pyrolysis (USP) technique at a substrate temperature of 450°C. The structural, vibrational, and optical properties of the films were thoroughly characterized using X-ray diffraction (XRD), Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy, and ultraviolet–visible (UV–Vis) spectroscopy. XRD analysis confirmed the formation of a tetragonal rutile-type structure with a well-defined crystalline quality and an average crystallite size of approximately 35 nm. The films exhibited a preferred orientation along the (101) plane, indicating good crystallinity.

FTIR spectroscopy revealed the presence of two distinct absorption bands: one corresponding to Sn-O-Sn deformation vibrations, and the other associated with O-Sn stretching modes, confirming the bonding characteristics of the SnO_2 matrix. The optical properties were further investigated using UV–Vis spectroscopy, where the optical transmittance of the films was recorded over a wide wavelength range. The band gap energy was calculated using the Wemple-DiDomenico single-oscillator model, yielding a direct band gap value, which is crucial for photovoltaic applications due to its influence on light absorption efficiency.

These findings suggest that SnO_2 thin films produced by USP exhibit suitable structural and optical properties for potential use in photovoltaic devices, offering a promising approach for improving energy conversion efficiency.

Keywords: Thin films, X-ray diffraction, FTIR spectroscopy, Optical properties.

CHARLSON COMORBIDITY INDEX IN ENDOMETRIAL LESIONS

Loichita Mihai [1], Petre Ion[1], Suciu Oana[1], Bobora Razvan [1], Furau Alexandru-Marius[2], Petre Izabella[1]
[1] *"Victor Babes" University of Medicine and Pharmacy Timisoara, (ROMANIA)*
[2] "Vasile Goldiș" Western University of Arad, *(ROMANIA)*

Abstract:

Introduction:The Charlson Comorbidity Index classifies comorbidities based on the International Classification of Diseases that hospitals use administratively. Each comorbidity category is assigned a value between 1-6, depending on the adjusted mortality risk, the sum of these values creates a unique score for each patient; a score of zero indicates the absence of a comorbidity, and the higher the score, the higher the probability of death.

Methods and Materials: In endometrial cancer, the Charlson Comorbidity Index analyzes patients' secondary diagnoses and can predict mortality by assigning a weight to each comorbidity, a procedure used by medical research to assess the burden of the disease and especially for case mix characteristics.

Results and discussions:After cohorting the 594 patients by age decade, to calculate the chances of survival at 10 years, in order to identify the most common associated diseases involved, we obtained: the most common comorbidities were hypertension (62.28%), obesity (35.01%) and diabetes mellitus (22.89%), all of which are risk factors for tumor disease in general, with cardiovascular diseases in fourth place. These results are also present in the specialized literature. The study in this dissertation emphasizes the need for extensive screening of diabetes mellitus (for every woman with diabetes mellitus, there are at least 9 who may develop endometrial cancer or atypical endometrial hyperplasia), obesity (there may be at least 8 obese women who may develop endometrial cancer or atypical endometrial hyperplasia), and hypertension (for every woman with hypertension, there may be at least 3 other women with hypertension who may develop endometrial cancer or atypical endometrial hyperplasia).

High blood pressure increases the risk of endometrial cancer compared to typical endometrial hyperplasia (for every hypertensive woman, there may be at least 3 women who may develop endometrial cancer or atypical endometrial hyperplasia), which demonstrates the role of high blood pressure in endometrial cancer, which is also emphasized by other research.

Conclusions:The 10-year survival rate is 95.8571% for women under 50 years of age, decreases to 82.3125% for the 50-59 decade, decreases to 62.9061% for the 60-69 decade, decreases to 35.9833% for the 70-79 decade, and 1.3846% over 80 years of age. This study also documents that the prevalence of diabetes mellitus among the 594 women exceeds that of the general population by at least 10 percent (22.39%) and confirms the working hypothesis that the presence of comorbidities (high blood pressure and obesity) is strongly positively correlated with endometrial cancer.

STUDY OF CRIME AND DEVIATION, FAMILY RELATIONS IN THE CITY AND THEIR ROLE IN THE SPREAD OF VIOLENCE IN IT

Amara Sahraoui [1,*]
[1] *School for the Deaf and Mute, Khenchela, Algeria*

Abstract –Man is a social being by nature, as he started from the tribe, then the village, to the city, where different social relations arise between these individuals, and the latter interact from the family, the street, the school, and religious institutions to regulate behavior, and this integration results in positive and negative reactions. Conflict, competition and selfishness are the negative social processes that result in violence, especially if the direction and guidance have taken the wrong approach.

The focus in this study is on the internal relationships of the family, the family roles, the most important processes that take place within the family, the factors that change them, and the most important problems facing the family.

Keywords – family; family relation; city; violence

INTRODUCTION

The family is the first social unit that aims to preserve the entity of society, as it performs the first social process, which is the upbringing and preparation of the social climate for the individual through care and guidance in the various stages of his life. And his beliefs, and in light of the rapid urban growth of the city and the continuous population increase, societies have known changes and transformations in various buildings. This change led to the emergence of many social problems, most notably the phenomenon of violence, which took different forms and dimensions, which posed a threat to society and the city became a fertile field for the growth of this phenomenon due to its availability on the The factors that lead to violence, especially major cities, and this is confirmed by studies, where violence has become a behavior that distinguishes the city and one of the most dangerous phenomena that afflict the entity of society, and the city is a space for expressing the various relationships and interactions between social actors.

The urban environment has contributed greatly to changing the family's structure and abandoning its role, values, customs and traditions, which caused imbalance and loss, and produced negative and violent behaviors as a result of differences, conflicts and family problems that occur as a result of the wrong method of upbringing and the impact of the internal relationships of the family in terms of the relationship of the husband, wife, parents and children. And the children are among themselves, just as societies today are moving towards the pattern of gender equality. We notice the spread of the nuclear family, the woman's exit to work and her liberation, which has played a role in her family and her husband's participation in decision-making, and a clear reduction in the authority of the father and a change in family roles, as well as the weakness of family ties and the abandonment of some family members from Their roles, the nuclear family has limited relations in urban society. These changes and transformations have had different effects on the family's structure and functions and on the nature of its social relations, as well as the reduction in its size from extended to nuclear and the emergence of social relations between its members in its surroundings, which threatens its cohesion and stability, weakening family ties and changing roles As well as the method of family upbringing produces secretions that help spread violence in the city, and these issues are considered Important in the field of family relations and their changes.

The problem of studying

The family is the first and main cell that makes up society. It is the first social unit known to man. It is responsible for producing the individual and preparing him to continue life, through the infiltration of opinions, ideas, beliefs and values prevailing in his society, which helps to develop a special family style. He described "Wirt" urban society. With the change of the family in terms of shape and structure, size and pattern of kinship, economic progress and jobs, especially education and social control, from here the study of the family and the characteristics of its members and their family relations was an important subject of study.

The family is the first social organization that forms the structure and personality of its children, by teaching them social behavior and indoctrination of values, trends, religion and morals. For its members, as the child learns within the family social processes such as cooperation, competition, conflict, and the family indirectly affects the behavior of the children, and the methods of upbringing affect the patterns of their personalities and psychological compatibility, which allows the continuity of society, the stability of its systems and standards, and the development of social behavior.

There have been many transformations in family construction in light of the social and economic changes of society, especially technological and information developments, which increased the complexity of life in the city, its intertwining and diversity of its problems, the most important of which is the emergence of the phenomenon of violence and deviation in its forms. This building and its containment of population elements of different origins brought together the indigenous population and the expatriates and their views differed on the nature of living and residence. Violence is linked to the city. The greater the size of the city, the higher the number of crimes. The city is linked to the institution of the family, which is the most important institution for upbringing and social control, which aims to preserve the upbringing of the individual in line with the norms and customs of society. With the size of the family shrinking and women leaving for work, their role has changed and is looking for independence On the one hand, and on the other hand, she tries to maintain the family balance, especially with the decline in the authority of the father.

The family in the city began to suffer from many problems that affected its internal relationship between its members and the weakness of family interaction. The change did not affect the structures of society only, but it penetrated into the arms of the family, so the nature of the relationship that binds members of the same family changed. Hostility towards self and

others, which involuntarily pushes its members to violence and deviation. The family may contribute to the deviation of its children and their slipping towards violence in their surroundings, and some families have turned into a source of threat to their children, as violence is an instinctive response to frustration or being attacked. Or for not meeting the expectations of parents and note Children's behavior of adults in the family, which is dominated by tantrums or temper temper, which makes the child filled with feelings of guilt and fear and often writes his emotions until the tension becomes unbearable, which leads them to deviate. From here came the question of the study:

Do family relations play a role in the spread of violence in the city?

Sub-questions

- Does the weakness of family ties lead to the spread of violence in the city?
- Does the method of family upbringing lead to the spread of violence in the city?
- Does changing family roles lead to the spread of violence in the city ?

Study hypotheses

After formulating the problem accurately, we moved to the stage of formulating hypotheses to get closer to the aspects of the problem and identify them.

general hypothesis

The spread of violence in the city is linked to the tension of family relations, and we have relied on three hypotheses to answer the questions of the study and reveal the role of family relations in the spread of the phenomenon of violence in the city. To verify the validity of the study's hypotheses, we set a set of indicators as follows:

First partial hypothesis:

- The weakness of family ties in the city leads to the spread of violence there.

To verify the validity of this hypothesis, we relied on the following indicators indicating the type of relationship within the family:

- Dialogue, understanding, cooperation, interest.
- Dialogue and consultation in matters of the family and children.
- Involvement of children in their private affairs and giving them advice.
- Understanding in resolving disputes.
- Attention and kindness to the children and the wife.

The second partial hypothesis:

- The method of family upbringing contributes to the city and the spread of violence in it.

To verify the validity of this hypothesis, we relied on the following indicators indicating the type of upbringing method.

- Punishment, neglect, justice, pampering.
- Punishment of children and the use of cruelty and beatings when they commit mistakes.
- Neglecting the needs of children and the family and not following up on their behavior.
- Justice between children and no preference between males and females.
- Pampering children, accompanying them, and indifference to their behavior.

The third partial hypothesis:

Changing family roles in the city leads to the spread of violence in it.

To verify the validity of the third hypothesis, we relied on the following indicators indicating the change in family roles

- Domination, disagreements, harmony, evasion.
- Dominate one of the parents in making decisions for children and the family.
- The occurrence of the parents in the tendencies and disagreements on various matters of the family and children.
- One of the parents evaded his responsibilities towards the children and the family.
- Women going out to work and reducing their role in the home.

Reasons for choosing the topic

- The nature of family relations in the city and its implications for some social aspects of life in the city.
- The importance of the family's role in limiting the spread of violence in the city.
- The negative repercussions of the phenomenon of violence in the city.
- Attempting to understand the phenomenon of violence and know its causes and the resulting effects.
- Understand the real role that family relations play in reducing the phenomenon of violence in the city.
- The study deals with an important aspect of the life of the individual and society.

The importance of studying

The family is the first and main cell of society, and given the importance of the family in preserving the offspring and heritage and the cohesion of the unity of its members through the strength of family ties of affection, kindness, cooperation and love, as well as through the method of sound upbringing, hence the importance of the study in:

The study deals with the concept of family relations and their importance in the secret life in the city.

Parents' failure to perform their social roles and what negatively reflects on them in producing unbalanced individuals in society.

- Advancement of family affairs and the role of its members in the success of family relations to reduce the phenomenon of violence in the city.
- The importance of this study lies in the information it will provide about the role of family relations in the spread of violence in the city.

Objectives of the study:

Scientific goals:

- Obtaining a balance of knowledge on the subject of family relations and their role in the spread of violence in the city to facilitate the study and achieve the desired results.
- Enriching the library of the Sociology Department with an important topic, which is one of the current topics.
- Considering the study as a scientific fruit for the reader and researcher to benefit from.

Practical Objectives

- Educating families about the importance of understanding and family cohesion among their members.
- Recognize the negative repercussions of weak family relationships.
- Educating families and sensitizing them to their role in the sound family upbringing of their children.
- Presenting a set of suggestions to reduce the phenomenon of violence.
- Identify the reasons behind the spread of the phenomenon of violence in the city, as well as the effects resulting from it.
- Shedding light on the various propositions and ideas about the importance of family relationships.

Understand the nature of the internal family relations within the city as well as the various family roles.

- Detection of various family problems.

Define study concepts

Defining concepts is important in sociological research, the more clarity and accuracy it is for researchers to understand and understand them, and since our study dealt with family relations

in the city and their role in the spread of violence in it, we relied on a number of concepts as follows:

Family, relationship, family relations, city, violence, some concepts related to violence: delinquency, crime, aggression.

1. The concept of family

Given the importance of the family and its role in society, we found several definitions of the family. Some see it from a social angle as a social cell, and others view it from a legal point of view as a legal link.

Malinowski defined it as “a group of individuals who have a close relationship that distinguishes them from other groups, live in a common home, and are bound by common emotions.”

2. The concept of family relations

It means those relationships that exist between the roles of the husband, wife and children, and it also means the nature of the preoccupations and interactions that occur between family members who reside in one house, and from that the relationship that falls between the husband and wife and between the children themselves.

3.City concept:

Many scholars have been interested in defining the city according to several specializations, some of them know it in the light of ecological factors and cultural values, and some know it statistically, legally, volumetrically, functionally, historically, locally and socially.

It is difficult to put a clear definition that differentiates between a city and a village. Some say that the difference is in the number of residents, others say that the difference is in the type of profession or the economic basis of the population unit, and some third people say that the difference is in the administrative level or urban appearance...etc.

Louis Wirth defines it: The contemporary world is no longer this world that consists of small isolated groups of people spread over a wide area of the earth. and practices that call it the city.

4.The concept of violence:

Violence from a social perspective:

He defined "Kayem's role" as: "a social condition that arises from the disintegration and collapse of a set of values and norms that bind the elements of society and its institutions to each other."

The American sociologist "Honeyberg" defined violence as: "acts of destruction, sabotage, damage and loss directed at selected targets, victims, environmental conditions, means, or tools, and whose effects are of a political nature that modify, restrict or modify the behavior of others in a situation Equality which has consequences for the social system.

From a legal perspective:

Most laws define violence as every positive or negative, direct or indirect, material or moral act directed at harming oneself, another, group, or property of any of them.

And violence in criminal legislation: it is any violation of the integrity of the body of the victim that would inflict harm on him and infringe upon him.

According to the definition of the United Nations: It is an act based on violent behavior that results in abuse or suffering (sexual, psychological) and psychological deprivation of freedom in public or private life.

I. CONCLUSIONS

The family remains the first social institution in which children receive social upbringing, in which interaction and communication take place between the individual and his group.

The family also instills in the children the societal principles, values and standards that control their behavior according to the society in which they live. And communication between groups has vanished, and kinship and family ties have vanished, so values, standards, and various methods of upbringing have changed. Following wrong educational methods leads, to a large extent, to weak interaction between individuals, which emerged through discrimination and articulation between children and the use of cruelty and beatings that negatively affect the behavior of children and their acquisition of violent and deviant behavior. Changing family roles plays a major role in the deviation of children, and through strained relations between spouses about family tasks and duties, the decline of the traditional father’s authority, and the woman’s exit to work, which affected her role in caring for children, instilling moral and religious values in them, raising them to respect the values and rules of society, and teaching them the basics of interaction and effective communication with others.

REFERENCES

[1] Kurdek, Lawrence A., and Ronald J. Sinclair.1988. "Adjustment of Young Adolescents inTwo-parent Nuclear, Stepfather, and Mother-custody Families." Journal oj Consulting and Clinical Psychology.

[2] Lane, Theodore W., and Glen E. Davis. 1987."Child Maltreatment and JuvenileDelinquency: Does a

Relationship Exist."pp. 122-138 in Prevention oj DelinquentBehavior, edited by John D. Burchard and Sara N. Burchard. Newbury Park: Sage.
[3] Rodman, H., D. Pratto, and R. Nelson. 1985."Child Care Arrangements and Children's Functioning: A Comparison of Self-care and Adult-care Children." Developmental Psychology 21 :413-418.
[4] obins, Lee N. 1966. Deviant Children Grown Up: A Sociological and Psychiatric Study of Sociopathic Personality. New York: Russell Sage Foundation.
[5] 1978. "Family, Area and School Influences in the Genesis of Conduct Disorders." In Aggression and Antisocial Behavior in Childhood and Adolescence, edited by L. A. Hersov, M. Berger, and D. Shaffer. Oxford: Pergamon.
[6] Pillimer, K. and Finkelhor, D. (1988), “The prevalence of elder abuse: a random sample survey”, Gerontologist, 28 (1), pp. 51-57.
[7] Stanko, E. (2000) “Rethinking violence: rethinking social policy”, in Lewis, G., Gerwitz, S. and Clarke, J. (eds.), Rethinking social policy, Open University/ Sage, London.
[8] McWilliams, M. (1998), “Violence against women in societies under stress”, in Dobash, R. and R. (eds.), Rethinking violence against women, Sage, London.
[9] Merkin, L. and Smith, M. (1995), “A community-based model providing services for deaf and deaf-blind victims of sexual assault and domestic violence”, Sexuality and Disability, 13 (2)
[10] McCarthy, M. and Thompson, D. (1997), “A prevalence study of sexual abuse of adults with intellectual disabilities referred for sex education”, Journal of Applied Research in Intellectual Disability, 10 (2), pp. 105-125

Topics: Social and Humanity Studies

"ADAPTIVE USABILITY MODEL FOR E-TRANSPORTATION ACCESSIBILITY"

Samar Jamal Hassan Mahmoud[1*],Prof Ts. Dr. Noor Maizura Binti Mohamad Noor[2], and Associate Prof. Ts. Dr. Zuriana Abu Bakar[3]

1Faculty Of Computer Science and Mathematics, Universiti Malaysia Terengganu, 21300 Kuala Nerus, Malaysia

2 Faculty of Computer Science and Mathematics, Universiti Malaysia Terengganu, 21300 Kuala Nerus, Malaysia.

3 Faculty of Computer Science and Mathematics, Universiti Malaysia Terengganu, 21300 Kuala Nerus, Malaysia.

Abstract

Introduction and Purpose:

In the modern digital era, the integration of computer science and information systems plays a vital role in creating technologies that enhance user experiences, especially for individuals with visual impairments. Although e-transportation services are increasingly adopted worldwide, many of their mobile applications do not adequately meet the accessibility needs of this user group, thereby restricting their independence and confidence in using such services. This study examines how visual design, navigation design, and information design influence the competitive advantage of e-transportation mobile applications.

Materials and Methods:

A questionnaire was distributed to 400 visually impaired individuals in Jordan to explore how these design elements affect the applications' market position and overall effectiveness. The research is divided into two major parts: the first focuses on identifying the challenges, preferences, and needs of visually impaired users, while the second applies these findings to develop an accessible, intuitive, and user-friendly e-transportation application.

Results:

The findings revealed that visual design had the greatest effect on competitive advantage ($\beta = 0.328$, $p = 0.000$), followed by navigation design ($\beta = 0.268$, $p = 0.001$) and information design ($\beta = 0.213$, $p = 0.001$). Additionally, the inclusion of the Technology Acceptance Model (TAM) enhanced the model's explanatory power ($\beta = 0.472$, $p = 0.000$) and moderated the relationship between user interface design and competitive advantage ($\beta = 0.170$, $p = 0.028$).

Discussion and Conclusion:

The study concludes that visual, navigation, and information design significantly contribute to strengthening the competitive advantage of e-transportation applications, with visual design being the most influential factor. Supported by TAM analysis, the results emphasize that improving usability and accessibility through structured interfaces, voice-assisted features, and

clear navigation cues enhances user satisfaction, loyalty, and independence, particularly among visually impaired users.

Keywords: E-Transportation; Accessibility; Visually Impaired Users; User-Centered Design; Mobile Application Competitiveness

VIEW ON IMPROVING RECRUITMENT CRITERIA FOR A UNIVERSITY ENTRY-LEVEL STUDENT

Doctor RAHMOUNI Hanane
University of Oran 2 Mohamed Ben Ahmed, Faculty of economic, commerce and management, Department of commerce, Oran-Algeria
[1]ORCID ID: https://orcid.org/0009-0003-1052-6188

ABSTRACT

Following several presentations at various conferences and congresses, we often propose ideas to bring new life to the university and to encourage young students in their studies and their involvement in professional life.

Our primary objective is to help a young beginner integrate easily into professional life without delaying their progress and without wasting time on their career.

Indeed, there are several avenues within the university for a young student to understand the professional environment.

Our goal and our idea is to offer opportunities to quickly integrate into professional life through the creation of university study schedules and also the creation of work schedules for a young student.

By creating these schedules in his timetable from his first year of university, he will begin to take into consideration a university responsibility in terms of the study curriculum and practical curriculum.

Our proposal is also to improve recruitment, so this part-time university work for this young student should be recognized for the recruitment file and this facilitates in the future obtaining points which brings a chance to have a position within an institution and also professional experience for a young student.

Our proposal is to provide students with practical experience, mastery, and understanding of their chosen modules and specialization, rather than simply studying and completing exercises. This involves studying and applying their knowledge in offices and laboratories, receiving a salary based on agreed-upon hours, and earning a work certificate for future opportunities, which will accrue points towards job applications.

Having a university degree is good, but complementing that degree with practical, certified experience that will benefit the future is excellent.

So my idea is to help young students in every way, not just at university to obtain a degree, but to help them get their degree and support them from the outset to facilitate their integration and recruitment into an institution.

University theoretical knowledge, obtaining professional internships, having knowledge within the incubator environment or various common services is positive, but thinking about this young student's future career is excellent.

My proposal is to involve young students in the process of gaining experience during their studies, starting in their first year, by offering them a salary. This experience, along with a certificate, serves as a guarantee for their future recruitment. This certificate is equivalent to points towards recruitment criteria, ensuring they don't waste time after graduation.

Keywords: students, university, professional work, experience, recruitment, speed, career.

WEARABLE MONOPOLE MİCROSTRİP ANTENNA FOR SPECİAL APPLİCATİONS

J. Salai Thillai Thilagam
ORCID ID: 0000-0001-9743-9690
Associate Professor, Department of Electronics and Communication Engineering,
G. Pulla Reddy Engineering College (Autonomous), Kurnool, Andhra Pradesh, India.

Abstract

This paper presents the design, simulation, fabrication, and measurement of a **wearable monopole microstrip antenna** optimized for special applications such as health monitoring, Internet of Things (IoT) connectivity, and body-centric wireless communication. The antenna exhibits compact size, wide impedance bandwidth, acceptable gain, mechanical flexibility, and safety compliance for on-body operation. Design optimization techniques, including slot engineering and textile substrate selection, are evaluated to achieve performance resilience under bending conditions. Simulated and measured results show an operational frequency range from **2.3 to 2.8 GHz**, a peak realized gain of **5.2 dBi**, and low Specific Absorption Rate (SAR), making the design suitable for wearable biomedical and wireless applications.

Keywords: Wearable Antenna, Monopole, Microstrip, Textile Antenna, Body-Centric Wireless Communication, SAR, IoT

A STUDY OF IRONY AND SATİRE AS STYLİSTİC TOOLS İN THE REPRESENTATİON OF RACE AND IMMİGRATİON İN CHİMAMANDA ADİCHİE'S AMERİCANAH

Adesanmi, Moses Ademola
General Studies Department, Federal Polytechnic (now Federal University of Technology), Ilaro, Nigeria

Abstract

This study interrogates the use of irony and satire as significant stylistic tools in the literary representation of race and immigration in Chimamanda Ngozi Adichie's *Americanah*. The introduction situates the novel within contemporary postcolonial and diasporic discourse, highlighting its relevance to global conversations on racial identity, cultural negotiation, and transnational mobility. Theoretically, the study is grounded in postcolonial criticism and stylistics, drawing attention to how language, tone, and narrative strategies function as vehicles for social commentary and ideological critique. The research adopts a qualitative approach, employing close textual analysis of selected passages to examine narrative voice, characterization, dialogue, and authorial commentary where irony and satire are prominently employed. The findings reveal that irony and satire operate as effective tools for exposing racial stereotypes, critiquing institutionalised discrimination, and interrogating the lived experiences of immigrants navigating complex social hierarchies. These devices enable the author to address sensitive and contentious issues with subtlety, humor, and sharp social insight, thereby enhancing reader engagement while avoiding overt didacticism. Furthermore, the study demonstrates that stylistic choices in *Americanah* contribute to a preponderant portrayal of identity formation and cultural tension in both African and Western contexts. The conclusion asserts that irony and satire are central to the novel's aesthetic and ideological force, reinforcing its role as a critical text in contemporary literature that challenges dominant narratives surrounding race and immigration while offering a compelling and reflective narrative framework.

Keywords: Postcolonial discourse, diaspora identity, narrative technique, social critique, cultural hybridit

ON THE FACTORS OF ENTREPRENEURIAL FAILURE: A STUDY OF CAUSES AND CONSEQUENCES

Dr. Mulikat Folashade Usman and Sani Fadilat Bello
Department of Business Administration
Usmanu Danfodiyo University, Sokoto-Nigeria.
https://orcid.org/0009-0007-7710-3533

ABSTRACT

This study examines the factors of entrepreneurial failure, identifying key causes and consequences in Nigeria. The objectives of the study are to: identify the major causes of entrepreneurial failure, examine the extent to which internal and external factors contribute to business failure, and assess the consequences of entrepreneurial failure on individuals and the economy. Primary data were collected through structured questionnaires administered to entrepreneurs which were used to test the hypothesis of the study using simple linear regression. The study revealed that market-related, financial, and operational challenges are the major factors responsible for entrepreneurial failure. The study recommends that entrepreneurs invest in strengthening their managerial and financial management skills, prioritize market research, and adopt efficient operational systems. Government agencies and the private sector should improve access to affordable credit, establish capacity-building programs, and create a supportive business environment by addressing infrastructure gaps and stabilizing economic policies.

KEYWORDS: Causes, Consequences, Entrepreneurial, Factors, Failure





Issued: 31.12.2025
ISBN: '978-625-378-555-0'